DIE SECRETION DES SCHWEISSES: EINE BILATERAL-SYMMETRISCHE...

Albert Adamkiewicz

Digitized by Google

Digitized by Google

THE LIBRARY
OF
THE UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

PRESENTED BY
PROF. CHARLES A. KOFOID AND
MRS. PRUDENCE W. KOFOID

Secr ses.

Digitized by Google

Digitized by Google

Die

Secretion des Schweisses.

Eine bilateral-symmetrische Nervenfunction.

Nach

Untersuchungen am Menschen und an Thieren

dargestellt

von

Dr. Albert Adamkiewicz

Privat-Docent an der Universität und Assistenzarzt an der Nerven-Abtheilung des Charité-Krankenhauses zu Berlin.

Berlin, 1878.

Verlag von August Hirschwald,

N.W. Unter den Linden No. 68.

Digitized by Google

K-QP221
A25
Biology
Library

Herrn

Professor Dr. Westphal

hochachtungsvoll

gewidmet.

M350819

Digitized by Google

Die Anfänge der vorliegenden Arbeit liegen der Zeit nach vor den Veröffentlichungen, welche die Gegenwart über die Innervation der Schweissdrüsen gebracht hat. Daher konnten die am Menschen gewonnenen und in Folgendem näher beschriebenen Resultate in ihren wesentlichsten Punkten schon im Januar vorigen Jahres der hiesigen physiologischen Gesellschaft mitgetheilt werden (Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft zu Berlin. Sitzung am 26. Januar 1877). —

Den grössten Theil der Thierversuche habe ich im physiologischen Institut der hiesigen Thierarzneischule ausgeführt. Herr Prof. Dr. Munk hat die Güte gehabt, mir dasselbe für meine Arbeiten freundlichst einzuräumen. Ihm, wie den Herren Collegen Koch und Schlösser, die mich durch ihre Hilfeleistungen bei meinen Versuchen vielfach unterstützt haben, sage ich meinen besten Dank.

Berlin, Januar 1878.

Albert Adamkiewicz.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Drüsenfunctionen 1

Schweisssecretion 5

I. **Reizquellen der Schweisssecretion** 6

1. Bewegung 6

2. Empfindung 16

A. Elektrische Hautreize 10

B. Thermische Hautreize 26

C. Schweisssecretion, Bewegung und Wärme 35

3. Vorstellung 35

II. **Ganglien und Nerven der Schweisssecretion** 41

1. Gesichtspunkte, welche die Versuche am Menschen eröffnen 41

2. Ergebnisse aus Versuchen an Thieren 47

3. Bilaterale Functionen 57

A. Pathologische Synergie der Muskeln 58

B. Bilaterale Synergie der Schweissdrüsen 68

Schluss 68

Digitized by Google

Drüsenfunctionen.

An den grossen Drüsen des Körpers hat der Nachweis geführt werden können, dass sie nur Filtern gleich das ausscheiden, was die mechanische Kraft des Blutdrucks durch die Blutgefässwandungen hindurch in ihre Bläschen hineinpresst.

Ludwig [1]) und eine Reihe anderer Forscher [2]) hat nämlich festgestellt, dass der Druck des Nierensecrets die in der Nierenarterie herrschende Blutdruckhöhe nicht erreicht, und dass die Menge des Harnwassers sich mit den Schwankungen gleichsinnig ändert, welchen der Blutdruck in dieser Arterie folgt. Nur für die Ausscheidung gewisser fester Bestandtheile des Harns hat sich nach Heidenhain's [3]) Untersuchungen die Theorie Bowmann's [4]) bewährt, die für die Function der Nieren physiologische Kräfte in Anspruch nimmt.

Auch die Entleerung der Galle von Seiten der Leber ist, wie Heidenhain [5]) gezeigt hat, als ein vom Blutdruck der Leberarterie unterhaltener und von seinen Variationen beeinflusster Filtrationsprocess anzusehen.

---

[1]) Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. 1844. S. 628. Wien. Sitzungsberichte, mathem.-naturw. Cl. Bd. XLVIII. 2. Abth. 1863.

[2]) Goll, Zeitschrift f. rat, Med. II. Rh. Bd. IV. 1854, S. 156. M. Hermann, Wiener Sitzungsber., mathem.-naturw. Cl. Bd. XXXVI. 2. Abth. 1859. S. 349 und Bd. XLV. 1861. S. 317. Ustimowitsch, Arb. aus der physiol. Anstalt zu Lpzg. 1870. S. 198.

[3]) Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. IX. 1874. S. 1.

[4]) Philosophic. Transactions. 1842. S. 1.

[5]) Studien d. physiol. Instituts zu Breslau. Bd. II. S. 69 und Bd. V. S. 226.

Digitized by Google

Die Milchdrüsen sollen ihre Thätigkeit ebenfalls ganz denselben Quellen verdanken. Eckhard[1]) hat sich vergeblich bemüht, in den Milchdrüsennerven wahre secretorische Functionen zu entdecken. Und Röhrig[2]) hat nachgewiesen, dass die ganze Wirkung der Milchdrüsennerven, wie die der Leber- und Nierennerven, sich nur auf den Einfluss beschränkt, welchen sie durch Veränderung der Blutbahn, also durch Vermittelung der Circulation und des Blutdrucks, auf die Ausscheidung in ihren Drüsen auszuüben vermögen.

Wenn sich nun aber die Wirkung von Drüsennerven auf die Secretion ihrer Organe erst auf diesem Umwege vollzieht, wenn ein ganzer Umschwung in der Strömung des Blutes dem secretorischen Einfluss der Nervenerregung vorangeht; dann ist es klar, dass diese Erregung und die Drüsenfunction nicht coincidiren können und dass zwischen beiden Vorgängen der ganze Zeitraum verfliessen muss, welchen die träge Reaction der glatten Muskeln in den Wandungen Gefässe beansprucht. Dieselbe Trägheit der Reaction bewirkt es auch, dass ein in Blutgefässen einmal angeregter Contractionszustand die Zeit des ihn bewirkenden Reizes überdauert. Und es wird nun ersichtlich, wie sich der durch Circulationsverhältnisse vermittelte Einfluss von Nerven auf die Function der Drüsen sowohl durch Verzögerung, als durch Nachhaltigkeit seiner Wirkung zu erkennen geben muss und wie ihm jene Präcision des Effectes fehlt, welche eine Eigenthümlichkeit gerade der reinen Innervation ist. —

Die Thätigkeit einiger Drüsen, namentlich derjenigen der Thränen und des Speichels tragen aber den Charakter reiner Innervationen. Siewerden von gewissen Vorgängen in der Seele, von Vorstellungen und Affecten unmittelbar erregt, und pflegen mit ihnen wieder aufzuhören.

Es lag daher nahe, bei diesen Drüsen an eine unvermittelte Nervenwirkung zu denken. Und die Arbeiten Ludwig's[3]) haben bewiesen, wie sehr diese Vermuthung im Recht ist.

Nachdem schon alten Pathologen[4]) die nervöse Natur der Speichelsecretion aufgefallen war und ihnen Gelegenheit geboten

---

[1]) Beiträge z. Anat. u. Physiol. Giessen. Bd. 1. 1858. S. 17.
[2]) Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. Bd. LXVII. 1876. S. 119.
[3]) Zeitschrift f. rat. Medicin. N. F. Bd. I. 1851. S. 255.
[4]) Mitscherlich, Rust's Magazin. Bd. XXXVIII. S. 491.

Digitized by Google

hatte, über dieselbe vage Behauptungen aufzustellen, hat Ludwig zuerst den exacten Beweis geführt, dass die faradische Reizung der zur Unterkieferdrüse des Hundes verlaufenden Nerven Bildung und Ausscheidung des Speichels direct veranlasst. Er hat gefunden, dass der elektrische Strom die Speichelsecretion augenblicklich erregt und einen Secretionsdruck hervorbringt, der den Blutdruck in der Carotis oft um den doppelten Werth übersteigt; dass Aenderungen des Blutdrucks in den die Drüse versorgenden Arterien die Secretion nicht alteriren und dass die Nervenerregung ihre Wirkung auf die Drüse auch dann nicht verliert, wenn der Blutstrom in ihr vollkommen stockt. So war jede Betheiligung des Kreislaufs an der Thätigkeit der Drüse mit Sicherheit ausgeschlossen, und es fehlte hier an der Vollständigkeit des Bildes von der Reinheit der secretorischen Nervenfunction nichts, als das Verständniss der dunkeln Kräfte, welche bei dieser merkwürdigen Function von den Nerven geübt wird.

Heidenhain's [1]) Entdeckung von dem morphologischen Einfluss der Nervenerregung auf die Drüsensubstanz hat Licht auch in dieses Dunkel gebracht. Sie hat uns gezeigt, wie diese Erregung in den Drüsen gewisse Bestandtheile des Zellinhalts lockert, verflüssigt und so in ein Secret verwandelt, und wie dieses Secret wieder unter dem Einfluss von Nerven in die Ausführungsgänge der Drüsen geschafft wird. Und schon ist es Kühne [2]) gelungen, diese Veränderungen, die bisher nur aus dem histologischen Verhalten der todten Organe und ihren Differenzen nach Ruhe und nach Thätigkeit erschlossen worden sind, im Innern der lebenden Drüse zu verfolgen.

Nach Ludwig's Untersuchungen an der Gld. submaxillaris sind neue Beispiele von der Existenz wahrer Secretionsnerven bekannt geworden. Loeb's [3]) Experimente am Schaaf haben den Ram. tympanic. Jacobson. des neunten Gehirnnerven als einen Secretionsnerv der Parotis kennen gelehrt. Und Czermak [4]) ist es durch Reizversuche am durchsägten Kaninchenkopf nachzuweisen gelungen, dass für die Thränendrüsen Secretionsfasern im Trigeminus ver-

[1]) Studien des physiolog. Instituts zu Breslau. 1868. Hft. 4. S. 1.

[2]) Kühne und Lea, Verhdlgn. des naturhistorisch-med. Vereins zu Heidelberg 1876. Bd. I. Hft. 5.

[3]) Eckhard, Beiträge zur Anat. und Physiol. Bd. V. Giessen 1870.

[4]) Moleschott, Untersuchgn. zur Naturlehre des Menschen. Bd. VII. 1860. S. 379.

Digitized by Google

laufen. Andere Forscher[1]) haben dann noch speciell gezeigt, dass es der N. Lacrymalis ist, der sie führt und dessen Reizung die Thätigkeit der Thränendrüsen auch dann unterhält, wenn der Blutzufluss zum Kopf durch Carotiscompression unterdrückt ist.

---

[1]) Herzenstein, Arch. f. Anat. u. Physiolog. 1867. S. 651. Demtschenko, Arch. f. d. ges. Physiolog. Bd. VI, 1872. S. 191. Wolferz, Experimentelle Untersuchungen über die Innervationswege der Thränendrüse. Dissert. Dorpat 1871.

Digitized by Google

Schweisssecretion.

Nicht weniger als die Thränen und der Speichel ist auch der Schweiss ein unmittelbares Product seelischer Processe. Es haben sich in der That auch in der Physiologie und besonders in der Pathologie gewisse Beziehungen der Schweisssecretion zu Nerveneinflüssen meist ungesucht gezeigt und längst die Ahnung erweckt, dass zwischen beiden ein inniger Zusammenhang bestehen möge.

Brown-Séquard [1]) soll durch Reizung der Zungenschleimhaut das Gesicht zum Schwitzen gebracht und Romberg [1]) die Beobachtung gemacht haben, dass eine frisch aus der Stirnhaut gebildete Nase nicht eher Schweiss secernire, als bis sie sensibel geworden sei. Bei Neuralgien des ischiatischen Nerven hat man nicht selten das afficirte Bein während der Schmerzparoxysmen isolirt schwitzen gesehen und ebenso bemerkt, dass eine einseitige krankhafte Trigeminus-Reizung (Tic douloreux) zuweilen halbseitiges Gesichtschwitzen hervorbringt [2]). Aehnliche Fälle, in denen der Schweiss ganz wie das Gebiet der Nerven am Körper halbseitig begrenzt erschien, sind in der Literatur [3]) vielfach verzeichnet und durch Beobachtungen von Hyperhidrose, die Wood [4]) beschreibt, sehr schön illustrirt worden. Hier fanden sich Tumoren im Unterleib zweier Patienten und drückten, wie es in dem einen Fall nachgewiesen wurde, auf den sympathischen Plexus solaris. Der eine der beiden Kranken litt in Folge davon an allgemeiner pro-

[1]) Vrgl. Röhrig, Physiologie der Haut. Berlin 1876. S. 14.

[2]) Notta, Arch. géner. Juill., Sept., Novbr., 1854.

[3]) Berger, Arch. f. path. Anat. Bd. LI. 1870. S. 425. Ebstein, Ebenda. Bd. LXII. 1875. S. 435. U. A.

[4]) Schmidt's Jahrbücher 1870. S. 265.

Digitized by Google

fuser Schweisssecretion, und der andere konnte je nachdem er auf den Rücken oder auf die Seite sich legte, nach Belieben am ganzen Körper oder auch nur halbseitig schwitzen.

Thatsachen ähnlicher Art, wie sie hier die Laune des Zufalls uns bietet lassen sich beim Menschen auch künstlich hervorrufen und systematisch für die Beurtheilung des Zusammenhanges der Schweisssecretion mit den Nerven verwerthen.

I. Reizquellen der Schweisssecretion.

Die Schweisssecretion ist beim Menschen eine individuellen Eigenthümlichkeiten in hohem Grade unterworfene Function. Sie zeigt sowohl in Bezug auf die Intensität, als auf den Ort und die Bedingungen ihres Auftretens eine von persönlichen Dispositionen stark beherrschte Mannichfaltigkeit. Nur darin ist sie beständig, dass sie bestimmte Stellen an der Körperoberfläche bevorzugt und an ihnen mit Vorliebe erscheint.

Zu diesen Prädilectionsorten gehören namentlich die Beugeflächen der Hände und die der Füsse und das Gesicht.

Die für die Beobachtung und den experimentellen Eingriff vortheilhafte Lage dieser Theile, sowie der grosse Reichthum an Schweissdrüsen, der nach Krause's [1]) Untersuchungen gerade sie auszeichnet und sie zum Schwitzen beanlagt, sind günstige Momente, die die Untersuchungen über die Schweissdrüsenfunction des Menschen an diesen Orten ausserordentlich begünstigen. Wir werden deshalb in Folgendem vorzugsweise ihnen unsere Aufmerksamkeit schenken.

1. Bewegung.

Es empfiehlt sich für uns, die ersten Schritte der Untersuchungen von den Erfahrungen leiten zu lassen, welche uns die tägliche Beobachtung über die Abhängigkeit der Schweisssecretion von rein physischen Bedingungen nahe legt. Denn die realen Verhältnisse dieser Bedingungen bieten den Versuchen bestimmte Angriffspunkte dar und leiten dieselben von vornherein in aussichtsvolle Bahnen.

---

[1]) Wagner, Hndwörterb. d. Physiol. Bd. II. 1844 S. 108.

Digitized by Google

Hier tritt uns zunächst die Thatsache entgegen, dass die Schweisssecretion ein beständiger Begleiter der Muskelthätigkeit ist.

Körperbewegungen befördern den Ausbruch von Schweiss. Und es wird aufmerksamen Beobachtern nicht entgangen sein, dass dann diejenigen Orte vorzugsweise schwitzen, deren Muskeln an den Bewegungen sich in hervorragender Weise betheiligen.

Wenn die Beine in Thätigkeit sind, so schwitzen die Füsse, und wenn mit den Armen gearbeitet wird, so sieht man den Schweiss zumeist an den Händen hervorbrechen. Später nimmt wohl auch der übrige Körper an solchen Secretionen Theil, aber nur deshalb, weil auch er bei kräftiger Arbeit der Extremitäten gewöhnlich nicht ruht. Wo einzelne Muskelgruppen entschieden isolirt und für sich thätig sind, da beschränkt sich auch der Schweiss auf ihr enges Gebiet. Tonkünstlern, die vorzüglich ihre Finger gebrauchen, ist das wohl bekannt. An ihnen pflegt sich das Dichterwort nicht zu bewähren, dass der Schweiss von der Stirn rinnen müsse, wenn das Werk den Meister loben soll. Ein solches Ereigniss pflegt meist Folge ungünstiger Temperaturverhältnisse der Umgebung zu sein, wenn es die Sorge um die Kritik nicht ist, was jenen den Schweiss auf die Stirn treibt.

Die eben genannte Erfahrung gab Veranlassung, zunächst die Frage über den Einfluss der Muskelcontraction auf die Secretion des Schweisses dem Versuch zu unterwerfen und die Natur des inneren Zusammenhanges dieser beiden Funktionen festzustellen.

Das reiche Material der Nervenstation am Berliner Charité-Krankenhause, das für meine Versuche zu verwerthen ihr Leiter, Herr Prof. Dr. Westphal mir freundlichst gestattet hat, stellte mir die gewünschte Zahl für solche Versuche brauchbarer, d. h. mit einer gesteigerten, im Uebrigen durchaus physiologischen Disposition, zu schwitzen behafteter Individuen und gab mir volle Gelegenheit die eben angeregte Frage nach Wunsch in Angriff zu nehmen.

Ich brachte Muskelbewegungen hervor zunächst durch Reizung motorischer Nerven.

Wird der N. Tibialis in der Kniekehle mit faradischer Elektricität gereizt und dadurch eine Folge kräftiger Plantarflexionen des Fusses und der Zehen hervorgebracht, so schiessen an der Sohle des faradisirten Beines makroskopisch sichtbare helle Tröpfchen aus den deutlich erkennbaren Mündungen der Schweissdrüsen hervor und bedecken fast im Augenblick die Plantarkuppen der Zehen,

Digitized by Google

die Ballen, die Haut der Ferse und breite Zonen am inneren und am äusseren Fussrand.

Die Secretion überdauert die Nervenerregung noch um eine kurze Zeit und benutzt sie, jene Tröpfchen in Tropfen zu verwandeln, die das bezeichnete Gebiet bald übersäen und es unter besonders günstigen Bedingungen in eine förmlich von Schweiss triefende Fläche verwandeln [1])

Hat man das Secret wieder abgetrocknet und sich durch längeres Warten davon überzeugt, dass der künstlich erregten Schweisssecretion eine spontane nicht folgt, so gelingt es durch erneute Nervenreizung zugleich mit der Muskelcontraction auch einen neuen Ausbruch von Schweiss hervorzurufen. Der Versuch gelingt so oft man ihn anstellt. Durch häufige Wiederholung desselben an ein und derselben Extremität erschöpfen sich nur die Drüsen und ermüdet der gereizte Nerv. In einer Reihe von an Einem Nerven ausgeführten Reizversuchen werden deshalb die von der Reizung bis zu dem Eintritt der Secretion verfliessenden Zeiten immer länger und länger und die Quellen des Schweisses fliessen spärlicher, bis sie endlich für eine Zeit lang ganz versiegen und erst wieder nach gemessener Ruhe sich öffnen.

Eine Reihe aufeinanderfolgender Reizungen eines N. Tibialis mit faradischen Strömen:

Zeit		
von dem Ende eines Versuches bis zum Anfang des folgenden	von der Reizung bis zum Beginn der Schweisssecretion	
Minuten:	Minuten:	Secunden:
0	0	0
3	—	28
5	1	13
15	1	40
15	3	3
—	5	—

[1]) Solche excessive Erfolge habe ich namentlich an einem jungen Mann von 24 Jahren (Kellner M.) erzielt, der an Residuen einer abgelaufenen Gelenkentzündung litt, sich im Uebrigen ganz normal befand, und sich mit Bestimmtheit erinnerte, schon von frühester Kindheit an in auffallend starkem Grade zum Schwitzen disponirt gewesen zu sein.

Digitized by Google

Am Arm leistet die Reizung des N. Medianus dasselbe, was am Bein die des Tibialnerven erzielt hat. Hand und Finger gerathen in krampfhafte Beugestellung, und in der Hohlhand wird es feucht von aufschiessenden Schweisströpfchen. Dieselben erscheinen vorzugsweise an den Fingerspitzen, den Ballen und an jener breiten Zone der Handfläche, auf welcher die am Carpus gelegenen Gelenkköpfchen der ersten Fingerphalangen kleine von Meandrischen Linien arabeskenartig umschlungenen Wülste hervorwölben.

An der Hand pflegt die Secretion indessen nicht so stark zu sein, wie an der Sohle des Fusses. Gewöhnlich sind es nur kleine Tröpfchen, die man in der Handfläche bei schräger Beleuchtung in hell reflectirtem Licht glitzern sieht. Es ist daher gut, die Loupe zu Hilfe zu nehmen und mit ihr das zierliche Bild von dem Entstehen und Vergehen der Tröpfchen bei Reizung der Nerven zu verfolgen.

Wird der N. Facialis zwischen Processus mastoideus und Ohrmuschel gereizt, dort, wo der Stamm desselben über den aufsteigenden Ast des Unterkiefers tritt, so beginnt mit der Verzerrung der gereizten Gesichtshälfte die Haut derselben zu schwitzen. Auf Unter- und Oberlippe, Wangen und Nase und an der Stirn, besonders in der Gegend der Augenbrauen, treten dann meist ganz circumscripte Haufen von Schweisstropfen auf und zeigen sich bei verschiedenen Individuen in der verschiedensten Stärke, Form und Gruppirung.

Während die Erscheinungen der Secretion an den Extremitäten bei ein und demselben Individuum sich bei jedem Versuch und zu allen Zeiten fast in genau derselben Weise wiederholen, pflegt das Bild der Schweisssecretion im Gesicht merkwürdigerweise sehr zu wechseln. Ich unterlasse es, ermüdende Einzelheiten anzuführen, weil sie zum Verständniss dieser Eigenthümlichkeit nichts beitragen und beschränke mich auf folgende Aufzeichnungen aus meinen Protokollen.

M. 24 Jahr.

25. VII. Reizung des N. Facialis bleibt ohne Effect.

27. VII. Bei Reizung des linken N. Facialis doppelseitige Secretion im Gebiet der Oberlippe. Unter der Loupe erscheinen einzelne Tröpfchen und verschwinden wieder, so oft man den Versuch wiederholt.

Frau M. 28 Jahr.

3. VIII. Reizung des linken N. Facialis. Secretion an der Oberlippe

Digitized by Google

und der Seitenfläche der Nase in beträchtlicher Intensität und auf beiden Seiten des Gesichts.

Isolirte Reizung der Unterlippenzweige des Fac. Starke Secretion in der Haut des gereizten Gebietes auf beiden Seiten. Ebenso doppelseitige Secretion im Gebiet der Augenbrauen bei linksseitiger Reizung des Frontalastes.

4. VIII. Reizung des Facialis auf jeder der beiden Seiten. Schwitzen beider Nasenflügel. Oft wiederholt. Reizung der Frontal- und Mentaläste ohne Erfolg.

D. 35 Jahr. Reizung des Fac. Spärliche Secretion dicht unter dem Auge nur auf der gereizten Seite.

Ein andermal schwitzt bei derselben Person das Kinn bei Reizung der Mentalzweige auf beiden Seiten. U. s. w.

Es folgt daraus, dass die Reizung motorischer Nervenstämme mit der Contraction der von ihnen versorgten Muskeln auch Schweisssecretion in der Haut des erregten Gebietes hervorruft, soweit dieselbe für diese Secretion überhaupt praedisponirt ist.

Da die Muskelbewegung nach den Untersuchungen Ludwig's [1]) und Sadler's den Blutstrom beschleunigt und den Blutdruck steigert und da Blutströmung und Blutdruck diejenigen beiden Factoren sind, welche in vielen Drüsen den ganzen Process der Ausscheidung leiten, so ist zunächst zu überlegen, ob der in Begleitung der Muskelcontraction erscheinende Schweiss ein Product der Circulationsvorgänge im erregten Gebiet ist.

Gegen eine solche Betheiligung des Kreislaufs an dem Zustandekommen der Schweisssecretion sprechen indessen mehrere Umstände. Zunächst der, dass die Schweisssecretion der Reizung fast augenblicklich folgt, so lange die gereizten Nerven frisch und unermüdet sind. Ferner ist es nicht wahrscheinlich, dass das Blut bei der allseitig freien Communication seiner Gefässe Strömung und Druck im Gebiet nur thätiger Muskeln ändern werde. Die Schweisssecretion aber pflegt sich gerade in dieser Weise zu beschränken. Denn man kann aus einem für die Schweisssecretion gleichmässig beanlagten Ort einzelne Abschnitte für sich einigermaassen isolirt zum Schwitzen zu bringen. Werden bei der Reizung des N. Ulnaris die von ihm versorgten Muskeln in Contraction versetzt und Mitbewegungen der ersten drei Finger der Hand vermieden, so

[1]) Berichte der Kgl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Math. phys. Classe. Bd. XXI. 1869. S. 189.

Digitized by Google

bleibt der bei der Medianusreizung besonders stark schwitzende Daumenballen sichtlich in der Secretion zurück, während sich jetzt Antitenar und der kleine Finger reichlich mit Schweiss bedecken. Und umgekehrt ist wieder hier die Secretion spärlich, während die radiale Hälfte der Handfläche schwitzt, wenn man in entsprechender Weise den N. Medianus gereizt hat. Und noch mehr kann man die Schweisssecretion im Secretionsgebiet einschränken, wenn man nur einzelne Muskeln durch directe Reizung ihrer Fasern zur Zusammenziehung bringt.

Den Rücken der grossen Zehe und den inneren Fussrand konnte ich ganz allein zum Schwitzen veranlassen, wenn ich den M. Tibialis anticus allein faradisirte. Und über einzeln zur Contraction gebrachten Muskeln des Gesichts erscheinen ebenfalls Schweisstropfen in isolirten Häufchen.

Da in den Extremitäten des Menschen die Blutcirculation durch Compression des Hauptarterienstammes leicht zu unterbrechen ist, so war es übrigens möglich, durch den Versuch direct zu entscheiden, ob die den eben angeführten Argumenten gegebene Deutung zutraf oder nicht. Traf sie zu, so durfte die Unterbrechung des Kreislaufs an dem geschilderten Resultat der Nervenerregung nichts ändern und war sie unrichtig, so musste sie die Wirkung der Reizung wieder aufheben.

Ich liess die Femoralarterie meiner Versuchsperson über dem horizontalen Schambeinast von einem kräftigen Gehilfen so stark comprimiren, dass alle Pulsationen in der Extremität unterhalb der Compressionsstelle verschwanden. Und wenn das Bein in Folge dessen kalt zu werden und sich cyanotisch zu färben anfing, legte ich an den Tibialnerv die reizende Elektrode.

Nie sah ich, dass unter diesen Verhältnissen der Effect der Reizung ausgeblieben wäre. Und wenn ich ihn mit den Resultaten verglich, welche bei freiem Kreislauf unter sonst gleichen Umständen zu erzielen waren, so war es mir unmöglich, zwischen beiden Secretionen Unterschiede irgend welcher Art zu entdecken.

Um dieses Urtheil zu objectiviren, unternahm ich es, die Zeiten zu messen, welche von dem Augenblick der Reizung bis zu dem Eintritt der Secretion bei freier und bei unterbrochener Circulation im Bein verflossen. Jeder Antheil, welchen der Kreislauf an der Secretion nahm, musste sich aus den so erhaltenen Zeiten und ihren Unterschieden ergeben.

Digitized by Google

Eine eigenthümliche Beanlagung des Menschen zu doppelseitiger Schweisssecretion kam diesen Versuchen zu Hilfe.

Reizt man nämlich motorische Nerven einer Extremität, so fangen nicht nur in Gebieten der thätigen Muskeln, sondern genau an analogen Orten auch der andern ruhenden Extremität die Schweissdrüsen zu secerniren an.

Beide Secretionen fallen der Zeit nach zusammen. Wenn daher an ihrer Entstehung der Blutstrom einen Antheil hätte, so müsste jene Coincidenz leiden, sobald man eine der beiden Extremitäten blutleer gemacht hätte und nun den Nervenstamm des einen oder des anderen Gliedes zu reizen begänne.

Ich markirte den Zeitpunkt der Reizung und erwartete das Zeichen zweier Beobachter, welche an denselben Stellen beider Extremitäten den Eintritt der Schweisssecretion mit der Loupe erwarteten und von einander unabhängig signalisirten.

Einige von diesen Versuchen mögen hier folgen:

M. 24 Jahre.

I.

Umgebung 16° R.

Zwischen der ersten und zweiten Zehe des linken Fusses 34,3° C.

Pause bis zum nächsten Versuch in Minuten.	Faradisch gereizter Nerv.	Kreislauf.	Zeit vom Beginn der Reizung bis zum Auftreten der Schweisssecretion in der Sohle des rechten Beines.	Zeit vom Beginn der Reizung bis zum Auftreten der Schweisssecretion in der Sohle des linken Beines.
3	N. Tibial. sin.	frei.	— 28‴	— 23‴
5	„ „	„	1″ 18‴	1″ 13‴
15	„ „	„	1″ 45‴	1″ 40‴
15	N. Tibial. dext.	„	1″ 43‴	1″ 21‴
8	„ „	„	3″ 3‴	3″ 3‴
10	„ „	„	1″ 10‴	1″ 28‴
5	N. Tibial. sin.	Compress. d. Art. femoral. sin.	1″ 19‴	1″ 14‴
5	„ „	„	1″ 4‴	1″ 10‴
25	„ „	„	5″ 20‴	5″ 42‴
10	N. Tibial. dext.	Compress. d. Art. femoral. dext.	1″ 30‴	1″ 23‴
10	„ „	„	1″ 30‴	1″ 28‴
—	„ „	„	2″ 43‴	2″ 33‴

Digitized by Google

Derselbe.

II.

Umgebung 18° R.
Zwischen der 1. und 2. Zehe des rechten Fusses 35,7° C.

Pause bis zum nächsten Versuch in Minuten.	Faradisch gereizter Nerv.	Kreislauf.	Zeit vom Beginn der Reizung bis zum Auftreten der Schweisasecretion in der Sohle des rechten Beines.	Zeit vom Beginn der Reizung bis zum Auftreten der Schweisasecretion in der Sohle des linken Beines.
4	N. Tibial. dext.	frei.	— 38‴	— 38‴
4	„ „	„	— 47‴	— 54‴
12		Compress. d. Art. femoral. dext.	1″ 40‴	1″ 30‴
5	„ „	„	1″ 13‴	1″ 13‴
4	„ „	frei.	1″ 45‴	1″ 30‴
20	N. Tibial. sin.	Compress. d. Art. femoral. sin.	— 45‴	— 45‴
—	„ „	frei.	1″ 25‴	1″ 10‴

Derselbe.

III.

Umgebung 18° R.
Zwischen der 1. und 2. Zehe des rechten Fusses 35,5° C.

Pause bis zum nächsten Versuch in Minuten.	Faradisch gereizter Nerv.	Kreislauf.	Zeit vom Beginn der Reizung bis zum Auftreten der Schweisssecretion in der Sohle des rechten Beines.	Zeit vom Beginn der Reizung bis zum Auftreten der Schweisssecretion in der Sohle des linken Beines.
5	N. Tibial. dext.	frei.	1″ 2‴	1″ 2‴
3	„ „	„	1″ 10‴	1″ 10‴
5	„ „	Compress. d. Art. femoral. dext.	1″ 30‴	1″ 35‴
3	„ „	„	— 25‴	— 20‴
1	N. Tibial. sin.	frei.	1″ 8‴	1″ 5‴
3	„ „	„	1″ 45‴	1″ 20‴
—	„ „	„	2″ 28‴	2″ 28‴

Digitized by Google

Derselbe.

IV.

Umgebung 17° R.
Zwischen den Zehen 34,7° C.

Pause bis zum nächsten Versuch in Minuten.	Faradisch gereizter Nerv.	Kreislauf.	Zeit vom Beginn der Reizung bis zum Auftreten der Schweisssecretion in der Sohle des rechten Beines.	Zeit vom Beginn der Reizung bis zum Auftreten der Schweisssecretion in der Sohle des linken Beines.
2	N. Tibial. sin.	frei.	— 15‴	— 15‴
1	„ „	„	— 32‴	— 34‴
3	„ „	„	— 35‴	— 30‴
3	„ „	Compress. d. Art. femoral. dext.	— 53‴	— 35‴
6	N. Tibial. dext.	frei.	— 40‴	— 47‴
3	„ „	Compress. d. Art. femoral. sin.	— 50‴	— 58‴
4	„ „	„	— 45‴	— 42‴
2	„ „	„	— 24‴	— 18‴
2	N. Tibial. sin.	Compress. d. Art. femoral. dext.	— 38‴	— 20‴
3	„ „	„	1″ 22‴	1″ 22‴
--	„ „	„	— 42‴	— 30‴

Vorstehende Ergebnisse, die, wie ein Blick auf die Tabellen lehrt, den Einwand einer nicht erschöpfenden Variirung der Versuche nicht gestatten, lassen die bemerkenswerthe Thatsache erkennen, dass die Coincidenz der Secretionen an beiden Extremitäten bei Reizung nur Eines Nerven bestehen blieb, auch wenn der Blutstrom in dem einen Glied stockte. Und trat doch zuweilen bei Reizung des Nerven gerade dieses Gliedes — vielleicht wegen Abkühlung desselben in Folge der Unterbrechung des Kreislaufs [1]) — eine Verzögerung des Effectes gegen die Norm ein, so geschah das nie, ohne dass nicht dasselbe an der unmittelbar nicht gereizten und vom Blut frei durchströmten Extremität geschehen wäre.

Dieser Umstand, sowie die Thatsache, dass in einer pulslosen Extremität durch Nervenreizung Variationen des Blutstroms und Aenderungen des Blutdrucks, demgemäss auch secundäre Drüsenfunctionen, nicht mehr hervorgerufen werden können, liefern den Beweis, dass Blutdruck und Blutstrom in dem gewöhnlichen Sinne keine Quellen des Schweisses sind.

[1]) Vrgl. weiter unten.

Digitized by Google

Folglich darf angenommen werden, dass, wie zu den Drüsen des Speichels, auch zu denen des Schweisses die Function direct erregende Nerven gehen und dass diese Nerven vielleicht mit denen der Muskeln Verlauf und Verbreitungsbezirke theilen, da wir Muskelbewegung und Schweisssecretion nicht nur physiologisch, sondern auch anatomisch coincidiren sahen.

Jetzt könnte man vermuthen, dass Muskelbewegung und Schweisssecretion bei den angeführten Versuchen eben desshalb zusammenfielen, weil der elektrische Strom in den Nervenstämmen secretorische und motorische Fasern immer zugleich traf.

Wir werden später sehen, wie sehr diese Annahme berechtigt ist. Doch will ich hier zeigen, dass sie nicht ausreicht, den Zusammenhang zwischen Muskelcontraction und Schweisssecretion ganz zu erklären.

Denn die Haut im Gebiet eines Muskels schwitzt nicht nur bei der Reizung seines Nerven, sondern auch dann, wenn der Muskel selbst erregt worden ist.[1]) Ferner gelingt es, Schweisssecretion in der Fusssohle nicht nur durch Reizung des in der Sohle sich verzweigenden N. Tibialis, sondern auch durch Erregung des N. Peronaeus hervorzurufen, der gerade den Rücken des Fusses mit Nerven versorgt. Und auch an der Hand kann eine kräftige Thätigkeit des Radialnerven und der von ihm versorgten Strecker die secretorische Wirkung des Medianus und seiner Flexoren ersetzen.

Es schwitzen also immer die beweglichen Theile der Extremitäten, wenn sie unmittelbar durch Erregung ihrer Nerven überhaupt in Bewegung gesetzt werden. Und es ist gleichgiltig, ob das geschieht durch die Motoren der schwitzenden Seite oder durch deren Antagonisten.

Nun wird man nicht mehr daran zweifeln können, dass für die mit einer Bewegung verbundene Schweisssecretion die Bewegung an sich schon ein genügender Reiz ist.

Bei allen diesen künstlichen Reizversuchen, die durchaus nicht leicht zu deuten sind, mag es sich zum Theil um Reflexvorgänge handeln.

Doch lassen sich bei ihnen die künstlichen Reize durch rein centrale ersetzen.

Vom Willen innervirte Bewegungen rufen ebenso Schweisssse-

[1]) Vrgl. S. 11.

Digitized by Google

cretion hervor, wie künstliche Reizungen der Muskeln und beeinflussen sie in allen Einzelheiten ganz in derselben Art, wie es für die letztere dargestellt ist.

Gebe ich meiner Versuchsperson den Auftrag, die Hand oder den Fuss stark zu bewegen, so sehe ich an der bewegten und an der nicht bewegten Extremität den Schweiss wie beim Faradisiren der Stämme hervorbrechen. —

Der Wille ist unfähig, Nerven von Organen des vegetativen Lebens, also auch von Schweissdrüsen zu erregen.

Da er aber in seinen Wirkungen denjenigen der künstlichen Reize gleicht, so wird man jene nicht anders deuten können, als dass man annimmt, die Ganglien aller ein bestimmtes Gebiet unmittelbar bewegender Nerven seien den secretorischen Centren der demselben Gebiet angehörenden Schweissdrüsen wahrscheinlich dicht benachbart und würden daher von denselben centralen Reizen getroffen, welche zu jenen Ganglien gelangen.

Wenn aber die Schweisssecretion in dieser Weise an die Bewegung sich anschliesst, und wenn sie mit ihr ohne besondere Reize zusammenfällt; so muss sie, da sie wie die Muskelthätigkeit als eine Function centrifugaler Nerven sich darstellt, zur Contraction der Muskeln in jenem besonderen Abhängigkeitsverhältniss stehen, welches man in der Physiologie eine „Mitbewegung“ genannt hat. —

Denn sie kann nur dadurch entstehen, dass der Willensimpuls, der zu den motorischen Ganglien tritt, zugleich in die secretorischen Centren ausstrahlt.

2. Empfindung.

Die Vorgänge im thierischen Körper sind wie die ausserhalb desselben sich vollziehenden Processe zumeist Folgen einfacher physischer Bedingungen, also Reactionen, und in ihrer Zahl ebenso gross, als es differente Materien gibt, die jenen zusammensetzen und differente physische Kräfte, die auf die letzteren wirken.

Es ist klar, dass in einem Heer von solchen auf das Gebiet eines Körpers beschränkten, also eng zusammengedrängten Reactionen jede einzelne der andern begegnet, in ihren Verlauf eingreift und diesen verändert.

Digitized by Google

Und ebenso klar ist es, dass das Endresultat dieser Veränderung sich um so gewaltiger von der ursprünglichen Form der einfachen Reaction entfernt, je mehr im sich entwickelnden Körper die Materien sich differenziren und je mehr der Organismus selbst von der einfachen ursprünglichen Form der Zelle sich zum hochorganisirten Geschöpf heranbildet.

So entwickelt sich die Reaction des Stoffes mit dieser Metamorphose nach und nach zur Function des Organs und stellt an der Grenze ihrer Entwickelung jenes wunderbare Vermögen des Organismus dar, an welchem es der rationellen Betrachtung nicht immer gelingt, den mechanischen Ursprung nachzuweisen, für dessen Erklärung die naturwissenschaftliche Metaphysik teleologische Principien in Anspruch nimmt und in welchem der Idealismus einen Ausfluss göttlicher Kraft sieht.

Fasst man die materiellen Functionen des lebenden Körpers in dieser Weise als Producte entwickelter Reactionen der bildungsfähigen organischen Materie auf, so erscheint jede von ihnen nur als ein physiologischer Ausdruck eines physischen Vorganges, als ein mechanischer Process in vitalem Gewande.

Diese Auffassung führt uns dazu, auch für die Coincidenz zweier Functionen den Grund im Bereich einfacher physischer Bedingungen zu suchen und jeden Gedanken an Zufall und Willkühr auch dort zu verbannen, wo ein physischer Grund für einen solchen Zusammenhang vor unserem Auge sich birgt.

Für die Coincidenz der Muskelbewegung mit der Schweisssecretion muss demnach ein physischer Grund ebenfalls bestehn. Und die Natur der physischen Effecte, welche diese beiden Functionen vollführen, müssen uns die ersten Andeutungen über das Wesen jenes Grundes zu erkennen geben.

Die Schweisssecretion ist der Natur ihrer physischen Effecte zufolge nur der physiologische Ausdruck der Wasserverdunstung. Denn sie ist eine Form der Wasserausscheidung aus dem thierischen Körper, bei der die Verdunstung die wichtigste Rolle spielt.

Man könnte allerdings entgegnen, dass die Schweissdrüsen in einem an Wasserdampf gesättigten Raum, wo kein Wasser verdunstet, zu fungiren nicht aufhören. Allein nicht die zufällige äussere Complication bestimmt das Wesen einer Function und es wird dieses Wesen nicht durch den Umstand beeinträchtigt, dass äussere Verhältnisse die Wirkung der Function paralysiren können,

Digitized by Google

sondern die innere Natur der Function begründet allein ihren Charakter. Man könnte sonst versucht sein, auch an der Leuchtkraft der Fixsterne zu zweifeln, weil sie am Tage nicht scheinen.

Ist nun die Schweisssecretion ein physiologischer Vorgang der Wasserverdunstung und tritt sie evident als Folge der Muskelbewegung auf, so muss diese Bewegung die physischen Verhältnisse schaffen, welche eine Verdunstung von Wasser als nothwendige Folge bedingen.

Da die Muskeln die wichtigsten Wärmeherde des lebenden Körpers sind, da die Contraction diese Herde entzündet und da endlich die Wasserverdunstung des Körpers ein Product ist seiner Erwärmung und mit derselben steigt; — so sehen wir in der That die soeben an die Bewegung gestellte Forderung sich erfüllen und das physische Band sich knüpfen, welches Muskelbewegung und Schweisssecretion mit einander verkettet.

Die elementaren Beziehungen der Schweissdrüsenthätigkeit zu physischen Quellen, die in diesen Verhältnissen sich offenbaren, eröffnen uns aber den zweiten Weg, auf dem wir zur weiteren Erkenntniss der genannten Function gelangen.

Wenn die Beziehung zur Wärme es ist, was die Secretion des Schweisses an die Thätigkeit der Muskeln bindet, so muss dieselbe Secretion in einem ähnlichen Verhältniss der Abhängigkeit auch zu Wärmequellen stehen, welche ausserhalb des Körpers liegen, aber mit ihren Wirkungen den Körper erreichen.

Denn die Wasserverdunstung eines Körpers ist nicht nur eine Function der Temperatur, welche er selbst besitzt, sondern auch derjenigen, welche auf ihn einwirkt. Die Wasserverdunstung nimmt in einem wasserfreien Raum mit der Temperatur der Umgebung zu.

Nun kann aber keine materielle Function des Körpers durch äussere Einwirkungen anders, als auf der doppelten Bahn centripetaler und centrifugaler Nerven, d. h. als Reflex angeregt werden.

Es bleibt uns daher jetzt zu untersuchen noch übrig, ob die Schweisssecretion in Form eines Reflexes sich darstellen lässt und ob unter den Reflexreizen diejenigen eine wichtige Rolle spielen, welche die Wasserverdunstung begünstigen, also repräsentirt sind durch hohe Temperaturen.

Digitized by Google

A. Elektrische Hautreize.

Als allgemeines Kriterium der Reflexnatur gilt für jede Art von Bewegung der Nachweis, dass sie das unvermittelte Product der Erregung sensibler Nerven sei.

Für die Function der Schweissdrüsen gilt dieses Kriterium in der That in vollstem Maasse.

Leitet man nämlich faradische Strome mittelst Pinselelektroden auf die Haut von Körpergebieten, welche zur Schweisssecretion neigen und reizt man, die Haut mit dem Pinsel streichend, sensible Nerven dieser Partien; so entsteht zugleich mit dem Schmerz, den die Reizung verursacht, Schweiss an den genannten Bezirken, auch wenn jede Art der Erregung von Muskeln dabei vermieden wird. Bei der Reizung der Haut des Unterschenkels schwitzt die Sohle, bei der Reizung der Haut der Arme schwitzen die Handflächen und während der Faradisirung der Haut des Kopfes und des Halses wird das Gesicht feucht.

In allen diesen Fällen erfolgt die Secretion ungleich rapider, energischer und intensiver, als wenn sie in Begleitung von Muskelfunctionen erscheint. Und das geschieht auch dann, wenn gleiche Stromesstärken zur Reizung der Haut und zur Reizung motorischer Bahnen verwandt werden. Ganz besonders deutlich zeigen sich diese Differenzen im Gesicht. Auf sensiblen Reiz reagirt dasselbe sehr viel energischer, als auf die Reizung der Muskeln.

Kellner M. 24 Jahr.

Bei Reizung der Haut der linken Wange durch Betupfen und Streichen mit dem Pinsel tritt mächtige Secretion im Gebiet der Oberlippe und der Nase beideiseits ein, so oft die Reizung wiederholt wird. Die Secretion ist stärker als bei der Reizung des N. Facialis.

Frau M. 28 Jahr.

Sensible Reizung der Gesichtshaut, Streichen und Betupfen derselben mit dem Pinsel ruft auf beiden Seiten Schweisssecretion an Ober- und Unterlippe, über den Nasenflügeln und im Gebiet der Augenbrauen und zwar stärker hervor, als die Erregung des N. Facialis.

Maler D. 35 Jahr.

Bei der Reizung der Mentaläste des N. Facialis doppelseitige Secretion an beiden Unterlippen. Noch deutlicher ist derselbe Effect, sobald die sensiblen Nerven dieser Partien mit dem Pinsel gereizt werden.

Digitized by Google

Es liegt nahe, diesen Unterschied der Reactionen dadurch zu erklären, dass die Pinselelektrode vermöge der grossen Oberfläche ihrer Härchen mehr Elektricität der Haut zuführt, als die einfach knopfförmige Elektrode, die zu Reizung der Nervenstämme benutzt zu werden pflegt, dem motorischen Nerven.

Auch der Umstand dürfte an der bezeichneten Thatsache Schuld sein, dass bei der cutanen Reizung — Streichen der Haut mit dem Pinsel — eine grössere Anzahl von Nerven in das Bereich der reizenden Elektrode gelangen, als bei der Erregung einzelner motorischer Stämme. Besonders muss das im Gesicht der Fall sein, wo die Empfindungskreise sehr klein sind. Vielleicht kommen endlich gar Differenzen der Erregbarkeit zwischen motorischen und sensiblen Nerven bei jenen Reizversuchen mit ins Spiel, ähnlich denen, welche Rollett [1]) an den motorischen Nerven der Extensoren und der Flexoren einer Extremität constatirt hat. Eine solche Vermuthung fände wenigstens in der Erfahrung der Pathologie eine Stütze, dass in einem kranken Stamm mit gemischten Nerven die motorischen Fasern auch diejenigen sind, welche bei degenerativen Processen zuerst ihre Erregbarkeit verlieren.

Nachdem es nun festgestellt ist, dass die Schweisssecretion sich am Menschen als einfacher Reflex hervorrufen lässt, so fragt es sich nun, ob sie speciell den Gesetzen sich fügt, nach welchen die Reflexbewegungen von Statten zu gehen pflegen.

Als die häufigste Art der Reflexe gilt diejenige, bei welcher Reiz und Bewegung zusammenfallen. Schon Joh. Müller [2]) hat das behauptet und Pflüger [3]) darauf das erste Reflexgesetz begründet und es das Gesetz von der gleichseitigen Leitung für einseitige Reflexe genannt.

„Sobald die Empfindungsbewegung", sagt Joh. Müller, „das Rückenmark erreicht hat, so geht die Bewegung nicht auf das ganze Rückenmark über, sondern am leichtesten auf diejenigen motorischen Nerven, welche den nächsten Ursprung an den gereizten sensiblen Nerven haben; oder mit anderen Worten, der leichteste Weg der Strömung oder Schwingung ist von der hinteren Wurzel eines Nerven oder seinen einzelnen Primitivfasern nach dessen

[1]) Sitzungsberichte der Wiener Akad. Bd. LXX. 1874 u. fl.
[2]) Handbuch der Physiologie Bd. I. S. 619. Coblenz 1844.
[3]) Die sensorischen Functionen des Rückenmarkes. Berlin 1853.

Digitized by Google

vorderer Wurzel oder nach den vorderen Wurzeln mehrerer nahe gelegenen Nerven."

Da die hinteren Wurzeln nach den Untersuchungen Gerlach's [1]) in ein Nervennetz ausstrahlen, das die graue Substanz durchsetzt und die Ganglien der vorderen und der hinteren Hörner nach allen Richtungen hin verbindet; so dürfte in der That der sensible Reiz im Rückenmark leicht die Wege finden, welche ihn unmittelbar nach Eintritt in die graue Substanz zum Theil zu den motorischen Ganglien seiner Seite und zum Theil aufwärts bis zum Gehirn geleiten.

Doch soll der Reiz auf die eben gezeichnete Bahn zu den motorischen Ganglien seiner Seite sich nicht immer beschränken. Bei einer gewissen Intensität strahlt er über die Centren seines Niveaus hinaus und zieht in wachsenden Kreisen grössere Gebiete der Centralorgane in sein Gebiet. Das Pflüger'sche Reflexgesetz von der intersensitiv-motorischen Bewegung und Reflexirradiation zeichnet solchen Reizwellen eine ganz bestimmte Verlaufsrichtung vor und nennt das verlängerte Mark das Ziel, nach welchem sie streben.

Auch quer durch das Mark kann der Reiz sich verbreiten, doch nach Pflüger immer nur so, dass er die Bahn der gewöhnlichen einseitigen Reflexe nicht überspringt [2]). Daher sollen unter diesen Verhältnissen nur doppelseitige Bewegungen auftreten und auf der nicht getroffenen Seite nur solche Motoren innervirt werden, welche auch bereits auf der primär afficirten Seite erregt worden sind. Pflüger'sches Gesetz von der Reflexsymmetrie.

Reflexphänomene der Schweisssecretion, welche dem Inhalt des ersten unter den eben angeführten Gesetzen sich fügten, kommen nie zur Beobachtung.

Man kann allerdings jederzeit eine einseitige Secretion mit dem Reiz zusammenfallen sehen, wenn der letztere unmittelbar auf Orte der Secretion wirkt.

So schiesst unter den Metallhärchen der Pinselelektrode, die auf der Haut der Wange ruht, fast regelmässig ein Kreis von

---

[1]) Stricker, Gewebelehre Bd. II. Lpzg. 1872. S. 691.

[2]) Nach Gergens (Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XIII. 1876. S. 61) erfolgen gekreuzte Reflexe dann „wenn die Muskeln der gereizten Seite nicht mehr für die reflectorische Erregung disponibel sind. z. B. nach Tetanus."

Digitized by Google

Schweisströpfchen hervor und bildet gleichsam einen physiologischen Abdruck der stattgehabten Erregung.

Doch verlässt die Secretion bei diesem einseitigen Auftreten die Grenzen des Reizes nicht und kann daher nichts anderes sein, als die Folge einer directen peripherischen Wirkung des Stromes.

Das Gewöhnliche ist, dass der Reiz irradiirt, wenn er die Nerven an Orten erregt, welche selbst zum Schwitzen nicht neigen. Dann durcheilt er das Centralorgan, das er auf der Bahn der sensiblen Nerven erreicht hat, ganz ohne Rücksicht auf die Lage des verlängerten Markes nach allen möglichen Richtungen hin, lässt alle Stationen des Centralorgans in latenter Erregung und reizt es zu einer secretorischen Wirkung erst dort, wo Secretionsnerven für Prädilectionsorte entspringen.

Daher kann man sehen, wie bei dem Einen das Gesicht, bei dem Andern die innere Fläche der Schenkel u. s. w. immer prompt auf elektrische Ströme durch Schweisssecretion reagiren, gleichgiltig ob diese Ströme dies- oder jenseits des verlängerten Markes, am Unterschenkel oder im Gesicht, an der Brust oder am Nacken die Haut reizen.

Bei allgemeiner Disposition zum Schwitzen entfalten bei der Reizung irgend einer beliebigen Hautstelle gewöhnlich alle Prädilectionsorte auf einmal ihre Thätigkeit. Und so gering sind die Zeitintervalle, welche der Reiz braucht, um von den verschiedensten Orten des Körpers an ein bestimmtes Convolut von Schweissdrüsen zu gelangen — 3 bis 6 Secunden bei einer Temperatur der Haut schon von 30 bis 31° C. —, dass es nicht gelingt, für sie mit gewöhnlichen Hilfsmitteln zuverlässige Differenzen zu finden. Nur pflegt die Reizung der Gesichtshaut reflectorische Schweisssecretion an einer bestimmten Körperstelle immer früher zu erregen, als die Reizung anderer, selbst dem Secretionsort dicht benachbarter Hautpartien.

Wie der Reflexvorgang der Schweisssecretion stets irradiirt, so tritt er ferner nie anders als doppelseitig auf[1]).

[1]) Vrgl. die Versuche auf S. 19.

Digitized by Google

M. 24 Jahre.

I.

Umgebung 17° R.

Zwischen der ersten und zweiten Zehe des linken Fusses 33,5° C.

Pause bis zum nächsten Versuch in Minuten.	Reizung mit dem elektrischen Pinsel ohne Locomotion.	Kreislauf.	Zeit vom Beginn der Reizung bis zum Auftreten der Schweisssecretion in der Sohle des rechten Beines.	Zeit vom Beginn der Reizung bis zum Auftreten der Schweisssecretion in der Sohle des linken Beines.
4	Aeussere Fläche d. rechten Oberschenkels.	frei.	1″ 20‴	— 52‴
2	Innere Fläche d. rechten Oberschenkels.	„	1″ 12‴	1″ 17‴
3	Aeussere Fläche d. rechten Oberschenkels.	Compress. d. Art. femoral. dext.	1″ 25‴	1″ 35‴
—	Aeussere Fläche d. rechten Oberschenkels.	„	2″ 30‴	1″ 57‴

Die Extremitäten haben während der Versuche unbedeckt gelegen.

Am Ende der Reihe werden zwischen der 1. und 2. Zehe des linken Fusses 28° C. gemessen.

Derselbe.

II.

Umgebung 13° R.

Zwischen der 1. und 2. Zehe des rechten Fusses 31,2° C.

Pause bis zum nächsten Versuch in Minuten.	Reizung mit dem elektrischen Pinsel ohne Locomotion.	Kreislauf.	Zeit vom Beginn der Reizung bis zum Auftreten der Schweisssecretion in der Sohle des rechten Beines.	Zeit vom Beginn der Reizung bis zum Auftreten der Schweisssecretion in der Sohle des linken Beines.
6	Haut d. rechten Oberschenkels.	frei.	— 40‴	— 45‴
26	„	Compress. d. Art. femoral. dext.	2″ 50‴	2″ 56‴
—	Haut d. linken Oberschenkels.	Compress. d. Art. femoral. sin.	1″ 10‴	1″ 10‴

Digitized by Google

Derselbe.

III.

Umgebung 16° R.
Zwischen der 1. und 2. Zehe des rechten Fusses 32,6° C.

Pause bis zum nächsten Versuch in Minuten.	Reizung mit dem elektrischen Pinsel ohne Locomotion	Kreislauf.	Zeit vom Beginn der Reizung bis zum Auftreten der Schweisssecretion in der Sohle des rechten Beines.	Zeit vom Beginn der Reizung bis zum Auftreten der Schweisssecretion in der Sohle des linken Beines.
$3^1/_2$	Haut d. rechten Oberschenkels.	frei.	— 41‴	— 41‴
6	„	Compress. d. Art. femoral. dext.	1″ 57‴	1″ 57‴
3	„	„	1″ 52‴	— 57‴
—	„	Compress. d. Art. femoral. sin.	1″ 54‴	1″ 13‴

Die Haut des rechten Fusses fühlt sich am Ende des Versuchs deutlich kälter an, als die des linken.

Hat man also, wie die vorstehenden Tabellen lehren, durch sensible Reizung der Haut die Schweisssecretion an irgend einer Stelle des Körpers zur Thätigkeit gebracht, so übernehmen unvermeidlich, ebenso wie bei der Reizung motorischer Nerven, Schweissdrüsen auch der nicht gereizten Körperhälfte dieselbe Function. Und das geschieht mit einer so grossen Accuratesse, Präcision und Symmetrie, dass die Secretion auf beiden Seiten nicht nur der Zeit nach dieselbe ist, dass sie ferner räumlich nicht nur auf der einen Gesichtshälfte, an der Hand oder am Fuss auftritt, wenn die andere Gesichtshälfte oder die correspondirenden Extremitäten zur Schweisssecretion veranlasst worden waren, sondern dass sie sich hier auf die Ausdehnung eines Tenar, einzelner Fingerkuppen, ganz bestimmter Zehen und markgrosser Partien auf Wange, Stirn und Nase beschränkt, wenn der Schweiss auf der Seite der Reizung so distinct und localisirt sich gezeigt hat.

Indem nun so die Reflexsecretion des Schweisses dem ersten der genannten Reflexgesetze den Gehorsam ganz versagt, die beiden anderen aber, wenn auch nicht streng nach dem Sinn derselben, gleichzeitig befolgt, unterwirft sie sich im Grunde genommen nur einem

Digitized by Google

einzigen Gesetz, und dieses Gesetz lautet: Die Schweisssecretion erfolgt beim Menschen stets bilateral symmetrisch und unabhängig von dem Ort, an welchem der sie erregende sensible Reiz gewirkt hat.

Es verdient wohl der Erwähnung, dass alle symmetrisch angelegten Organe des vegetativen Lebens, welche ähnlich wie die Schweissdrüsen von seelischen Vorgängen beherrscht werden, auch in Bezug auf den Inhalt des eben erwähnten Gesetzes sich wie die Schweissdrüsen verhalten.

So functioniren zunächst die Thränendrüsen gemeinschaftlich. Es weint nie ein Auge, ohne dass sich nicht auch das andere mit Thränen füllte.

Von den Speicheldrüsen ist es bekannt, dass eine wunderbare Sympathie sie verknüpt und dass sie nicht nur gleichzeitig thätig sind, sondern auch gleichzeitig ermüden.

Die Blutcapillaren der Peripherie, die in der Art ihrer Verbreitung über der Oberfläche des Körpers den Schweissdrüsen am nächsten stehen, thun dasselbe. Auf jeder Wange ist es genau dieselbe Stelle, die sich entfärbt oder röthet, wenn die Seele von gewissen Vorstellungen überrascht wird. Bei der localen Asphyxie sind es meist ebenfalls bilateral homologe Orte, welche verblassen. Ich kenne ein nervöses Individuum, das alle Morgen über Abgestorbensein genau der beiden ersten Zehen beider Füsse klagte.

Armaingaud[1]) aus Bordeaux hat ähnliche Beobachtungen gemacht und spricht daher von einer „Asphyxie locale symétrique des extrémités". Eine sehr interessante hierher gehörige Thatsache berichten Edward's und Gentil, Brown-Séquard und Tholozan[2]). Taucht man eine Hand in ein Gefäss mit kaltem Wasser, so sinkt

[1]) Gaz. hebdomad. de médecine et de chirurg. 1876. S. 547.

[2]) Marey, Physiol. médic. de la circulation du sang. Paris 1863, p. 354. „On connaît ce fait curieux signalé par W. Edwards et Gentil à savoir, que l'immersion d'une main dans l'eau froide produit le refroidissement de la masse du sang (?) que a produit l'abaissement de la température dans la main qui n'a pas été immergée. Brown-Séquard et Tholozan ont constaté le même fait, mails ils ont cru qu'il fallait l'attribuer à une contraction des vaisseaux de la main non immergée. Pour ces auteurs cette contraction se produit sous forme de mouvement réflexe. L'objection fait par Brown-Séquard et Tholozan à la theorie d'Edwards est la suivante: On netrouve dans la température de la bouche q'une abaissement d'une demidegré, tandis que la main non immorgée peut se refroidir de 5 ou 6 degrés."

Digitized by Google

ein von der nicht benetzten Hand umschlossenes Thermometer ebenfalls um mehrere Grade, und benutzt man ein warmes Bad zu diesem Versuch, so sieht man umgekehrt das Thermometer wieder steigen. In der Mundhöhle bleibt bei diesen Versuchen die Temperatur constant. Es handelt sich demnach hier nicht um eine allgemeine, sondern um eine locale durch homologe Gefässbezirke reflectorisch vermittelte Temperaturänderung.

B. Thermische Hautreize.

Mit dem Nachweis, dass die Schweissdrüsen durch elektrische Reize, allerdings in einer für eine ganze Kategorie von Apparaten eigenen Weise, reflectorisch zur Thätigkeit angeregt werden, ist erst die eine Hälfte unserer Aufgabe gelöst.

Die zweite legt uns speciell die Frage nach dem Verhalten der Schweisssecretion gegen thermische Hautreize vor. Sie fordert von uns die Entscheidung, ob unter den letzteren nur diejenigen die Schweissdrüsen reflectorisch erregen, welche vermöge ihres Einflusses auf die Verdunstung des Wassers die Zurückführung auch der Schweisssecretion auf physische Grundlagen gestatten.

Von vornherein gewinnt diese Frage schon deshalb unser Interesse, weil bis jetzt in der Physiologie keine specifische Reizwirkung hoher Temperaturen auf die erregbare Nervensubstanz bekannt ist. Eine hinreichende Zahl von Erfahrungen liegt vielmehr vor, welche darthut, dass Temperaturen nicht durch ihre absolute Höhe, sondern, selbstverständlich innerhalb gewisser Grenzen, durch ihre relativen Unterschiede wirken, in welchen sie zur mittleren Wärme der reagirenden Nervensubstanz stehen.

Stets haben sich Temperaturen als Reize wirksam gezeigt, welche zu beiden Seiten derjenigen der Nerven lagen[1]). Und man steht deshalb nicht an, Kälte und Wärme in ihren allgemeinen physiologischen Eigenschaften als Reize einander für gleichwerthig zu halten.

Doch lässt sich der Einwand erheben, dass die darauf bezüglichen Erfahrungen aus Versuchen am ausgeschnittenen Nerven ge-

---

[1]) Eckhard, Ztschrft. f. rat. Med. 1 R. Bd. X. S. 165. Schiff, Lehrb. d. Physiol. Bd. I. 1858. S. 99. Rosenthal, Canstatt's Jahresb. Bd. I. 1850. S. 91 u. a.

Digitized by Google

schöpft sind, dass aber der Nerv von dem Augenblick an, da er den Zusammenhang mit seinen Centren verliert, unaufhaltsam Veränderungen seiner Materie erleidet, die möglicherweise nicht ohne Einfluss sein dürften auf sein ganzes Verhalten.

Und schon bestätigt sich diese Vermuthung, da soeben in Heidenhain's Laboratorium Grützner [1]) die Thatsache findet, dass im lebenden Thiere die Kälte kein directer Nervenreiz ist und dass die Wärme nur das centrale Ende der Nerven erregt, dagegen sich unwirksam zeigt auf alle centrifugalen Bahnen. Die im N. Ischiaticus verlaufenden Vasodilatatoren der Haut waren die einzigen centrifugalen Nerven, welche sich im lebenden Körper durch Wärme erregen liessen.

Jener Einwand und diese Erfahrung nöthigten denn auch, zu prüfen, ob Kälte und Wärme für den lebenden Körper gleichwerthige Reflexreize sind, ob sie mit andern Worten dadurch, dass sie zunächst sich in wahrscheinlich identische Molecularschwingungen sensibler Nerven verwandeln, auch einander in ihrem Wesen sich nähern und nun einen identischen Einfluss auf centrifugale Bahnen erwerben.

Ich wollte mich hierüber an den Erscheinungen einfacher motorischer Reflexe unter dem Einfluss thermischer Erregungen der Haut belehren, sah aber bald, dass eine normal innervirte Muskulatur viel zu reflexträg ist, als dass sie dem geringen Reiz solcher Erregungen folgte und dass sie von ihnen hohe, die sensiblen Nerven schmerzhaft afficirende Grade erfordert, um durch sie wirksam erregt zu werden.

Eine eigenthümliche, neuerdings durch Erb [2]) und Charcot [3]) genauer beschriebene Affection des Rückenmarks bot da eine gute Zuflucht.

Ihr hervorragendes Symptom ist eine mehr oder weniger hochgradige, mit eigenthümlichen spasmodischen Symptomen verbundene Schwäche meist der unteren, zuweilen aller vier Extremitäten. Die Krankheit pflegt sich langsam zu entwickeln, chronisch zu verlaufen und an den Unterextremitäten zu beginnen. Sie geht

[1]) Sitzungsbericht der Breslauer Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. Sitzung vom 20. Juli 1877.

[2]) Berl. klin. Wochenschrift. 1875. No. 26. Arch. f. pathol. Anatomie Bd. LXX. 1877. Hft 9 und 10.

[3]) Leçons sur les maladies du système nerveux. T. II. p. 275.

Digitized by Google

in der Regel ohne jede Störung der Sensibilität einher, lässt die Function der Blase und des Darmes intact und beeinflusst die Ernährung der Muskeln, die elekrische Erregbarkeit derselben und die der Nerven, namentlich aber auch die Reflexerregbarkeit der erkrankten Glieder nicht. Dagegen ist in hohem Grade, wie erwähnt, die Gebrauchsfähigkeit derselben beeinträchtigt. Und weil eine Reihe bekannter Thatsachen den Schluss gestatten, dass die die Willensimpulse leitenden Bahnen in den Seitensträngen des Rückenmarkes verlaufen, so haben Charcot und Erb die eben erwähnte Krankheit, die von jenem „Tabes dorsal spasmodique" und von diesem „Spastische Spinalparalyse" bezeichnet wird, auf eine symmetrische Sklerose der Seitenstränge zurückgeführt [1]).

Da ich später auf diese interessante Krankheit zurückzukehren mich genöthigt sehen werde, so sei es mir zur Vermeidung von Wiederholungen gestattet, schon an diesem Ort auf dieselbe näher einzugehen, als es für den nächstliegenden Zweck geboten erscheinen dürfte. —

In den von mir geschenen Fällen bot die Krankheit ungefähr folgendes Bild dar:

---

[1]) Bis auf die Annahme einer symmetrischen Degeneration der Seitenstränge hat sich diese Voraussetzung in einigen Fällen insofern bestätigt, als bei ihnen Erkrankungen der Seitenstränge zum Theil allerdings neben denen anderer Theile thatsächlich vorlagen. In einem von Pitres (Revue mensuelle de médecine etc. Décembre 1877, p. 302) veröffentlichten Fall, bei welchem Charcot die Diagnose auf symmetrische Seitenstrangsklerose gestellt hatte, fanden sich im Rückenmark zerstreute sklerotische Heerde.

Diese Beobachtung stimmt mit den Erfahrungen des Herrn Geh. Rath Leyden überein, wie sie zum Theil schon in dessen Klinik der Rückenmarks-Krankheiten (II. Bd. II. Abth. 1876) niedergelegt sind. Neuerdings hatte er die Güte, mir von einem noch nicht publicirten Fall einer Rückenmarkserkrankung Mittheilung zu machen, der zu dem eben erwähnten in wichtiger Beziehung steht und den hier zu benutzen, er mir freundlichst gestattet hat. Eine unter spasmodischen Erscheinungen aufgetretene und nach Verlauf eines Jahres lethal gewordene Paraplegie zeigte bei der Section eine ausgedehnte sklerotische Degeneration in den peripheren Theilen der Seitenstränge. Es handelte sich hier ebenfalls nicht um eine symmetrische Affection der Pyramidenstrangbahnen, sondern um eine zwar diffuse, aber doch nicht continuirliche Seitenstrangaffection, welche sich der chronischen diffusen Myelitis anschliesst. — Auch Hr. Prof. Westphal war so freundlich mir das Rückenmark eines während des Lebens mit spastischer Spinalparalyse behafteten Individuums zu zeigen, in welchem auf einer beschränkten Strecke beide Pyramidenstrangbahnen peripherisch und nicht bis an die graue Substanz hin degenerirt waren.

Digitized by Google

Die Patienten liegen entweder vollkommen paraplegisch im Bett und sind höchstens im Stande hier und dort einen einzelnen Muskel oder eine einzelne Gruppe von Muskeln zu bewegen, oder sie besitzen eine beschränkte Gebrauchsfähigkeit ihrer Glieder und schleppen sich mühsam von Ort zu Ort an Stock und Krücke. Die Beine bleiben dabei gestreckt, Knie- und Fussgelenke sieht man sich kaum bewegen. Und der Rumpf, der weit nach vorn gestreckt sich auf die Krücken stützt, neigt sich nach der einen und nach der anderen Seite um die steifen Glieder abwechselnd mit dem Becken zu heben und sie dann wie eine fremde Last langsam längs des Bodens schleifend hinter sich herzuziehen. Daneben befinden sich alle Muskeln der paretischen Beine in einem Zustand starker Spannung. Sie halten die Glieder in passiven Extensions- und Adductionsstellungen und widerstehen mit grosser Gewalt passiven Beuge- und Abductionsversuchen. Sie fühlen sich hart und starr an und vibriren leicht, wenn man ihre Sehnen anschlägt, wie straff gezogene Seiten (Erb[1]), Westphal[2])). Leises Klopfen auf die Sehne der Patella bringt eine kräftige Zuckung oder eine ganze Folge solcher Zuckungen in den Streckern des Unterschenkels hervor und versetzt ihn in einzelne oder in eine Reihe zuckender Extensionen, die zuweilen so kräftig werden wie im Strychninkrampf (Epilepsie spinale). Und wenn man die Achillessehne durch Dorsalflexion des Fusses zerrt, fängt derselbe in Folge ähnlicher Contractionen der Mm. gastrocnemii heftig an zu zittern. Häufig beginnen alle diese Zitterbewegungen in dem Augenblick von selbst, wo die Patienten aus sitzender oder liegender Stellung sich aufzurichten suchen. Dann wird der ganze Körper auf das Heftigste auf- und abwärts geschüttelt und der Kranke kommt in Gefahr, fortgeschleudert zu werden, wenn er sich nicht an die Nachbarschaft klammerte. Ist diese Nachbarschaft aber selbst beweglich, stützt sich der Patient beispielsweise auf die Lehnen zweier Stühle; so kann es geschehen, dass er mit seinen Stützen eine ganze Strecke weit in springenden Bewegungen fortrückt, meist in der Richtung nach hinten, weil der Rumpf mit seiner Schwere nach vorn geneigt ist.

Wie jede mechanische Erschütterung die gleichsam in labilstem

---

[1]) Arch. f. Psych. u. Nervenkrkhtn. Bd. V. 1875. S. 792.
[2]) Ebenda S. 803.

Digitized by Google

Gleichgewicht befindliche Muskulatur dieser Kranken aus ihrer Ruhe bringt, so setzt auch der Nervenreiz sie häufig aussergewöhnlich stark in Bewegung. So ungemein leicht übertrugen sich in den von mir beobachteten Fällen die Reflexe, dass Zupfen an den Härchen der Haut die ganze Extremität reflectorisch erregte. Der Fuss beugte sich dann dorsalwärts. Der Unterschenkel krümmte sich im Knie, und das ganze Bein wurde in der Hüfte gehoben. Nicht entfernt dem Aehnliches vermochten die Patienten durch willkührliche Innervation hervorzubringen.

Hier liess sich die so leicht bewegliche Muskulatur auch durch thermische Reize erregen. Bei leiser Berührung der Haut mit einem kalten Stück Eisen oder mit einem mit warmem Wasser gefüllten Reagenzglase setzte sich die ganze Extremität in der geschilderten Weise in Bewegung. Man konnte sich durch besondere Versuche davon überzeugen, dass es die Temperatur und nicht der Druck des Gegenstandes war, der bei dem eben erwähnten Experiment die Erregung veranlasste. Zur genaueren Bestimmung der Werthe thermischer Reize benutzte ich ein einfaches Reagenzglas, das mit Wasser von verschiedenen Temperaturgraden gefüllt und dann auf die Haut der Unterextremitäten ohne Druck aufgesetzt wurde.

Diese Versuche ergaben, dass alle diejenigen Temperaturen als Reize wirkten, welche niedriger als + 20° C. und höher als + 50° C. waren. Innerhalb dieses Intervalles lösten sie keine Reflexe aus, jenseits desselben um so intensiver, je mehr sie sich von den genannten Grenzwerthen entfernten.

An der Haut der Person, an der ich experimentirte, maass ich zur Zeit der Versuche im Mittel 32 bis 34° C. Daraus folgt, dass die thermische Erregung begann, wenn der Reiz wenigstens um 13° C. niedriger und um 17° C. höher war, als die Temperatur der Körperoberfläche.

Wenn ich auch nicht daran zweifle, dass die Grenzen erregend wirkender Temperaturen mannichfachen Schwankungen unterliegen, so stellt doch dies eben erhaltene Ergebniss die allgemeine Thatsache fest, dass die motorische Nervenfaser auf dem Wege sensibler Nerven durch Wärme und durch Kälte in Erregung versetzt wird und dass, wenn von diesen beiden Reizen einer der mächtigere ist, der Kälte diese Eigenschaft zukommt.

Dieses Resultat entspricht der allgemeinen Erfahrung über die Empfindlichkeit des lebenden Körpers gegen Temperatureinflüsse

Digitized by Google

und den Ergebnissen, welche Pickford [1]) bei seinen Untersuchungen über die Lebensreize gewonnen hat.

Hält man nun daran fest, dass die thermischen Erregungen sowohl der Kälte wie der Wärme sich durch die sensiblen Nerven den Ganglien motorischer Bahnen in gleicher Weise übertragen, erwägt man ferner, dass bei der Schweisssecretion der Körper Wasser also auch Wärme verliert und dass die natürlichen Principien der Erhaltung der Körperwärme einen solchen Verlust nur bei gefahrdrohenden Wärmestauungen im Körper, also nur bei hohen Temperaturen der Umgebung fordern; so wird man mit Leichtigkeit einsehen, dass hier die Fähigkeit der sensiblen Nerven, beide thermische Reize auf Motoren zu übertragen, mit den Gesetzen der Wärmeökonomie in einen Conflict eigenthümlicher Art gerathen und dass die Natur bei der Schweisssecretion thatsächlich rein physikalischen Principien folgt, wenn sie das scheinbar so merkwürdige Problem löst, jenem Conflict zu begegnen.

Ob sie das thatsächlich zu Wege bringt, wie es die tägliche Erfahrung darzuthun scheint, soll nunmehr durch besondere Versuche festgestellt werden.

An Stelle des elektrischen Stromes wurden thermische Hautreize angewendet. Ein niedriges Gefäss von Zinn mit einem flachen Boden von 132 Qcm. Fläche wurde abwechselnd mit kaltem und mit warmem Wasser gefüllt und auf die Haut eines der beiden Oberschenkel eines leicht schwitzenden Individuums gesetzt. Gleichzeitig liess ich bestimmte Stellen beider Fusssohlen mit der Loupe beobachten und an ihnen die Wirkungen der thermischen Reize verfolgen.

Die Versuchsperson hatte vor Beginn der Versuche zwischen den Zehen Temperaturen von durchschnittlich 30 bis 34° C.

In das Metallgefäss füllte ich zunächst Wasser von + 10 bis + 12° C. Die Wärmedifferenz zwischen Haut und Reiz betrug nun im Mittel 21° C. Auf die Schweissdrüsen war dieser Kältereiz ohne die geringste Wirkung geblieben. Die Kälte wurde gesteigert. Der Erfolg war derselbe. Endlich wandte ich Eis an. Dasselbe liess ich direct oder in Stücke geschlagen in einer Blase auf die Haut legen und hier entweder nur einige Augenblicke oder mehrere Minuten verweilen, endlich so lange, als es die Ver-

[1]) Ztschrft. f. rat. Med. N. F. Bd. I. 1851. S. 357.

Digitized by Google

suchsperson vertrug. Die Differenz der Temperaturen zwischen Haut und Reiz war nun auf 30° und mehr gestiegen. Und doch folgte keine Spur einer Secretion als Antwort auf eine so mächtige Erregung der sensiblen Nerven. Nur das Eine liess sich hin und wieder constatiren, dass im Moment der Einwirkung der intensivsten Kältegrade hier und dort vereinzelte Schweisströpfchen blitzschnell hervorschossen, als wenn ein mechanischer Druck sie aus den Drüschen hervorpresste. Aber fast im Augenblick des Erscheinens waren sie wieder verschwunden.

Ganz anders wirkte die Wärme.

Erhob sich die Temperatur des metallenen Wassergefässes nur um 6 bis 8° über die der Haut, so rief schon diese local beschränkte Erwärmung der Extremität auf beiden Sohlen Tröpfchen auf Tröpfchen in wechselvollem Spiel hervor. Sie erscheinen hier erglitzernd, dort verdunstend, um im nächsten Augenblick sich wieder zu zeigen. Will man dasselbe Bild ohne alle Vorbereitungen und Hilfsmittel sehen, so beobachte man nur Fingerspitzen und Hohlhand im Strahl einer Lampe in einem sehr warmen Raume. In lebendigster Folge tauchen auf und vergehen leuchtende Punkte immer zugleich an beiden Händen. Kein schöneres Bild kann es für die wechselnde Thätigkeit der Drüsenelemente geben.

Lässt man den Wärmereiz nur einige Zeit auf die Haut wirken, so verschwinden die Schweisströpfchen zunächst nicht wieder. Und wenn man ihn gar auf 45 bis 49° steigert, so entlockt er den Drüsen Tropfen, die immer grösser werden und schliesslich zu einer Flüssigkeitsschicht confluiren. Darf man dem subjectiven Eindrucke solcher Versuche trauen, so möchte ich die Wärme unter den Reflexreizen der Schweisssecretion für den mächtigsten halten.

Den unmittelbaren Eindruck solcher Versuche werden am besten einige Aufzeichnungen aus den Protokollen wiedergeben.

Auf den Oberschenkel des rechten Beines wird ein Metallgefäss von 10° gelegt. An der Sohle ist nichts zu sehen. Das Metallgefäss wird durch eine Eisblase ersetzt. Hier und dort erscheint ein glänzender Punkt und verschwindet sofort wieder. Bald ist auf der ganzen Sohle nichts zu entdecken. Ich warte noch zwei Minuten. Das Bein fängt an kalt und livide zu werden, ohne dass sich ein Schweisströpfchen zeigt. Da wird die Eisblase fortgenommen und an ihre Stelle das Metallgefäss gesetzt, das mit Wasser von 40° gefüllt worden ist. Jetzt tritt Schweiss auf, anfangs in einzelnen Tröpfchen,

Digitized by Google

bald mehr, und nach 2 Minuten ist die ganze Fusssohle feucht. Ganz dasselbe wiederholt sich am linken Bein.

Die Eisblase liegt schon schon seit zwei Minuten auf dem linken Oberschenkel, und noch ist nichts von Schweiss zu sehen. Nach Entfernung der Blase wird das Metallgefäss aufgelegt. Es hat eine Temperatur von 43°. Nach einer Minute schwitzen beide Sohlen sehr stark.

Im Augenblick des Auflegens der Eisblase kommen einzelne Tröpfchen zum Vorschein, verschwinden aber bald und kommen im Laufe von drei Minuten nicht wieder hervor. Dann wird die Eisblase entfernt, und schon der Zutritt der warmen Zimmerluft an die abgekühlte Stelle genügt, eine geringe Secretion zu veranlassen. Es macht den Eindruck, als wenn die Kälte wie ein Hemmniss die Thätigkeit der Schweissdrüsen unterdrückt und als wenn sie dieselbe in dem Augenblick gleichsam wieder frei gibt, wo sie die sensiblen Nerven der Haut zu erregen unterlässt. Sobald das heisse Gefäss kurze Zeit auf der Haut des Oberschenkels gelegen hat, nimmt die geringe Secretion an beiden Sohlen schnell zu und überdauert den Wärmereiz noch einige Secunden.

U. s. w.

Diese Resultate der thermischen Reizversuche sind zunächst deshalb wichtig, weil sie den Einwand entkräften, dass es sich bei den bisher geschilderten Erfolgen der elektrischen Reizung vielleicht nur um Reflexvorgänge in den glatten Muskeln der Schweissdrüsen selbst gehandelt haben könnte. Nachdem die Rolle des Kreislaufs bei der Schweisssecretion ausgeschlossen worden ist, könnte man noch vermuthen, dass der elektrische Strom durch reflectorische Erregung der glatten Drüsenelemente Secretionswirkungen nachahmt.

Allein eine grosse Reihe von Erfahrungen lehrt, dass für die glatten Muskeln noch mehr, als für die quergestreiften gerade die Kälte ein mächtiger Reflexreiz ist. Ich erinnere an die Reflexwirkungen der Kälte auf die Arrectores pili, auf die Blutcapillaren u. s. w. Wären demnach die glatten Muskeln der Drüsen an den Secretionswirkungen der elektrischen Ströme betheiligt, so müssten die Erfolge der thermischen Reizung der Haut gerade umgekehrt ausfallen, als sie ausgefallen sind. Und nicht die Wärme sondern die Kälte hätte die Ausscheidung von Schweiss vorzüglich anregen müssen.

In einigen Versuchen sah ich in der That in dem Augenblick, wo die Haut von der Kälte getroffen wurde, vereinzelte Tröpfchen an der Secretionsfläche plötzlich erscheinen und wieder verschwinden.

Digitized by Google

Hier konnte es sich kaum um etwas anderes, als um Reflexwirkungen auf die contractilen Elemente der Acini handeln.

Aber diese Wirkungen waren weit davon entfernt, denen zu gleichen, welche die Erwärmung einer beschränkten Stelle der Haut hervorrief. Während dort nur leuchtende Punkte auftauchten, die schnell wieder verschwanden, füllten sich hier, wie bei der elektrischen Reizung der Haut nach und nach die meisten Schweissdrüsenöffnungen mit bleibenden, grösser werdenden Tröpfchen, die schliesslich zusammenflossen.

Die Erfolge einer mechanischen Entleerung der Drüsenbläschen durch reflectorische Muskelcontraction unterscheiden sich demnach von der durch elektrische und durch Wärme-Reize der Haut angeregten Schweisssecretion in quantitativer Beziehung sehr gewaltig. Und da ferner die Kälte, der mächtigere unter den für alle Muskeln wirksamen thermischen Reizen, kein Reiz ist für die Reflexbahnen der Schweissdrüsen, wohl aber die Wärme, die in der Fähigkeit rein motorische Reflexe hervorzurufen, der Kälte nachsteht; — so müssen wir schliessen, dass es sich bei den vorher angeführten Versuchen um wahre Reflexsecretionen und nicht um Muskelwirkungen gehandelt habe.

Was aber die eben erörterte Beziehung der Wärme zur reflectorischen Schweisssecretion selbst betrifft, so ist es gewiss von grossem Interesse, dass unter den centrifugalen Nerven die Gefässerweiterer die einzigen sind, die durch Wärme ebenfalls direct erregt werden [1]). Denn der physikalische Effect der Erregung dieser Nerven steht vermöge der abkühlenden Wirkung, die er durch Erweiterung des peripherischen Blutstroms hervorbringt, in demselben Verhältniss zur Wärmeökonomie des Körpers, wie derjenige der Erregung der Schweissdrüsennerven, der durch Wasserverdunstung ganz dasselbe veranlasst.

Das sind sehr bemerkenswerthe Thatsachen der Physiologie. Wie sie einerseits jene Auffassung legitimiren und beleuchten, welche ich den Phänomenen der Schweisssecretion zu Grunde zu legen den Versuch gemacht habe, so lehrten sie uns anderseits die Existenz specifischer Reize kennen.

Die deducirende Speculation ist leicht geneigt, Erscheinungen dieser Art als Akte eines planmässigen Geschehens zu betrachten, sie auf „natürliche Motive“ zurückzuführen und sie für eine teleolo-

[1]) S. 27.

Digitized by Google

gische Auffassung der Natur zu verwerthen. Aber sie verfällt dabei in den Irrthum, Naturphänomene nicht als das, was sie gewöhnlich sind, nämlich Folgen natürlicher Ursachen, sondern als das, was sie gewöhnlich nicht sind, nämlich Ursachen geforderter Verhältnisse, zu betrachten.

Es liegt auf der Hand, dass die Wärme die Körperoberfläche in eigenthümlicher Weise afficirt und die Wasserverdunstung von derselben befördert. Beides geschieht durch die Jahrhunderte dauernd fort und entwickelt sich hier zur Empfindung, dort zu Schweisssecretion und Gefässdilatation.

Nichts liegt dem Wesen organischer Processe näher, als Vorgänge durch das Band der Function zu verknüpfen, welche beständig neben einander geschehen.

C. Schweisssecretion, Bewegung und Wärme.

Wenn die centrifugale Innervation, die aus den Ganglien der Bewegung entspringt und der centripetale Reizprocess, der in den Centren der Empfindung endet, Erregungsquellen sind für die Nerven der Schweissdrüsen; dann ist es klar, dass die Schweisssecretion jederzeit gleich der Summe jener beiden Factoren sein muss. Unter natürlichen Verhältnissen kommen nun aber andere peripherische Reize, als die der Wärme nicht in Betracht. Daraus erklärt es sich denn, weshalb der Einfluss der Bewegung auf die Schweisssecretion, wie auch die Erfahrung lehrt, von der Höhe der gleichzeitig auf die Körperperipherie einwirkender Wärmequellen abhängig ist und weshalb die Wirkung solcher Wärmequellen auf die Thätigkeit der Schweissdrüsen sich ganz danach richtet, ob zu derselben Zeit Muskeln fungiren oder nicht und mit welcher Energie sie das thun.

3. Vorstellung.

Es gibt drei Innervationswege. Ein Reiz, der die Körperoberfläche trifft, verläuft auf centripetalen Nerven von der Peripherie zum Centrum. Von den Ganglien ausgehende Erregungen schlagen die entgegengesetzte Richtung ein in centrifugalen Fasern. Im Gehirn und Rückenmark befinden sich endlich rein centrale Wege, die die Ganglien unter einander verbinden und wie Brücken sich zwischen sie spannen. Auf diesen Brücken wandeln die Re-

Digitized by Google

flexe immer in der bekannten Richtung von den centripetalen zu den centrifugalen Nerven.

Jedem dieser Wege entspricht ein Innervationsvorgang. Diese Innervationsvorgänge aber sind ihrem inneren Wesen nach alle unter einander gleich. Sie unterscheiden sich nur durch die Richtung, in der sie verlaufen.

Alle sind sie materielle Bewegungsprocesse. Ihre materielle Identität zeigt sich am prägnantesten dort, wo sie insgesammt zu einer einzigen Bewegungskette zusammentreten, zu Einer Function verschmelzen und aus einer einzigen Reizquelle hervorgehen.

Wenn ein materieller Reiz die Enden von Nerven erregt und materiell, wie er begonnen hat, auch materiell als eine grob physische Bewegung aufhört; dann muss er in der ganzen Kette von Nervenbahnen, die er im Bogen von der Peripherie zur Peripherie zurück durchläuft, auch einen materiellen Bewegungsvorgang erregt haben. Er kann ebensowenig an irgend einer Stelle plötzlich in etwas Immaterielles umschlagen, als der Bettler in das Reich seiner Träume wirklich einziehn und aus demselben als wahrer Fürst mit Ross und Gefolge wieder zurückkehren kann.

Nun haben wir aber gefunden, dass der centrifugale wie der centripetale Bewegungsprocess in den Nerven jeder für sich den Process der Schweisssecretion erregt. Gleicht also der dritte, centrale und nur zwischen den Ganglien verlaufende Erregungsvorgang in der Natur seines inneren Wesens diesen Processen, so muss auch er, ganz wie sie, ähnliche Effecte vollführen.

Auf den centralen Bahnen findet die Metamorphose einer centripetalen in eine centrifugale Erregung statt.

Es bleibt uns also zum Schluss noch die Frage zu beantworten übrig, ob neben Bewegung und neben Empfindung noch die dritte und gleichzeitig merkwürdigste Elementarfunction der Seele, jenes wunderbare Vermögen derselben, welches Empfindungen in Bewegungen umsetzt, Apparate des vegetativen Lebens ebenfalls in Function setzt.

Eine Aufgabe seltener Art sehen wir da vor uns.

Dem Experiment unerreichbare Nervenfasern sollen für sich isolirt erregt werden, und es soll im Innern der Centralorgane des Nervensystems ein materieller Process wachgerufen werden, von dem unser leibliches Auge nie Kunde erhalten kann und dessen Existenz uns nur als Bild erscheint im Spiegel unseres Denkens.

Digitized by Google

Wie soll der centrale Abschnitt für sich bewegt und seine Wirkung geprüft werden?

Damit wir auf diese Frage die Antwort zu finden vermögen, müssen wir der Thatsache gedenken, dass jeder Reiz, der unsere Nervenenden afficirt und bis in das Gehirn dringt, hier nicht nur eine vorübergehende Empfindung durch momentane Erschütterung der Ganglien hervorruft, sondern auch eine veränderte und dauernd zurückbleibende Stimmung der Gangliensubstanz hinterlässt, durch welche dieselbe in den Stand gesetzt ist, jederzeit das Bild des einmal Empfundenen, die Qualität des einmal gefühlten Reizes zu reproduciren.

Es ist die Kraft des Gedächtnisses, welche der Nervensubstanz diese Fähigkeit verleiht und welche, wie uns Hering[1]) geistvoll gezeigt hat, jene in der ganzen organischen Welt verbreitete allgemeine Function der Materie ist, auf welcher ihr Vermögen beruht, sich immer von Neuem zu bilden.

Jede organisirte Substanz hat ihr Gedächtniss. Wenn der Muskel nur Muskelfibrillen, der Eierstock nur Keimzellen und die Individuen der verschiedenen Arten immer nur Ihresgleichen hervorbringen; so äussert sich in dieser Isogenese eben die Kraft der Erinnerung an den eigenen Ursprung und nichts anderes. Und diese Kraft des Gedächtnisses haftet der Materie ebenso als angeborene Eigenschaft an, wie ihr die Reizbarkeit anhaftet und manche andere Qualität.

Die Reizbarkeit aber ist ebensowenig eine psychische Function, als es die Schwere ist. So steht auch das Gedächtniss der Materie in keiner Beziehung zur Seele. Es ist vielmehr tief im Dunkel der Substanz verborgen, wohin die Strahlen des Bewusstseins nicht dringen. Es ist unbewusst und rein materiell.

Unter allen organisirten Materien besitzen nur die Ganglien des Gehirns, vielleicht bei niedrigen Thieren auch die des Rückenmarkes, ausser diesem materiellen noch ein zweites psychisches Gedächtniss. Sie allein befinden sich in Regionen des thierischen Organismus, die gleichsam von der Sonne des Bewusstseins beschienen sind.

Alles, was sich in diesen Ganglien ereignet, dringt daher auch

---

[1]) Ueber das Gedächtniss als eine allgemeine Function der organisirten Materie. Wien 1876.

Digitized by Google

aufwärts zu dieser Sonne, zur Seele, bleibt hier haften als eine Erinnerung an stattgehabte Ganglienerregungen, lässt so in der Psyche die gleichsam von der Materie losgelösten Bilder der Reize zurück und erfüllt sie mit dem, was wir Begriffe und Vorstellungen nennen.

Von den Zuständen unserer centralen Ganglien existirt daher in uns ein doppeltes Gedächtniss.

Das eine gehört der Seele an und vollzieht sich im Licht des Bewusstseins. Das andere wohnt tief in der Materie der Ganglien abseits von der Seele.. Dort kann der Wille es jederzeit wecken. Hier spielt es von selbst sich ab, angeregt durch uns unbekannte Reize. So vollziehen sich für unser Bewusstsein scheinbar ganz von selbst Vorgänge, welche durch eine lange Ahnenreihe hindurch sich wiederholen und zum Erbtheil geworden sind ganzer Generationen. Und es spielen sich ebenso unbewusst ab Akte, welche im Individuum einst unter Beihilfe der Seele in den Nervenketten abgelaufen und vielleicht damals mühevoll erlernt sind.

Auf diese Weise bahnt sich ein Verständniss für das vielfach angestaunte Geheimniss sogenannter unbewusster Handlungen an. Handelt doch das Gehirn und das Rückenmark aus demselben Grund unbewusst, aus welchem die Drüse und das Herz und der einfache Muskel es thun, und äussert sich doch in solchen Handlungen keine andere Fähigkeit der thierischen Materie, als wir sie auch in der Pflanze kennen, die ebenfalls bei Nacht keimt und blüht und wächst, obgleich die Strahlen der Sonne es sind, von denen sie am Tage die Gesetze der Vegetation erlernt hat.

Wie hier der allbelebende Himmelskörper, so kann dort die allbelebende Psyche ohne Nachtheil für die inneren Vorgänge die Augen zeitweilig schliessen. Und das Wunder dieser Möglichkeit ist auf beiden Seiten dasselbe.

Doch wenn das geschieht, schwächt sich die Energie des Lebensprocesses. Die Pflanze senkt ihre Blüthe und schlummert, der Mensch verfällt in einen traumhaften Zustand.

Erst wenn am frischen Morgen die Sonne von Neuem erwacht, und ihre Wärmestrahlen zur Erde sendet, weckt sie auch die Pflanze zu neuem, regsamerem Leben.

So wird es auch im Innern des Menschen lebhaft und hell von den aufleuchtenden Kerzen der Begriffe und Vorstellungen, und an dem Schein dieser Kerzen erwärmt, beginnen die Molekel der

Digitized by Google

Ganglien sich zu der Bewegung eines geistigen Lebens aufzuschwingen, wenn im träumenden Menschen die Psyche erwacht und den geschlossenen Blick wieder öffnet.

Die Vorstellung ist also der Reiz, den wir suchen. Denn sie ist es, die die Ganglien isolirt bewegt und demnach auch jene verborgenen centralen Wege trifft, die von Ganglie zu Ganglie sich spannen. Und sie muss diese Wege treffen, weil sie selbst nur der physiologische Ausdruck ist einer Metamorphose, die sich gerade auf ihnen vollzieht. Ist sie doch selbst das Product der Empfindung und gleichzeitig die Ursache zur Bewegung. Kann man sie doch betrachten als das psychische Aequivalent des Reizes, der im Gehirn latent geworden ist, als eine psychische Spannkraft, die wieder in lebendige Bewegung sich muss verwandeln können.

Die Vorstellung als Reiz von Ganglien kann zwei Arten von Bewegungseffecten hervorbringen. Entweder gebiert sie einen Akt des bewussten Wollens, erregt die productive Seite der Seele einen Innervationsvorgang in den Bahnen cerebrospinaler Nerven, also eine Bewegung im Bereich willkührlicher Muskeln, oder sie afficirt die receptive Seite der Seele, das Gemüth, und findet ihren Wiederhall in der Function vegetativer Organe, die von den Ganglien aus nur auf dem Willen nicht unterworfenen, also wahrscheinlich sympathischen Bahnen zu erreichen sind.

Da wir die Einwirkung centraler Erregungen auf die Function der Schweissdrüsen prüfen wollen, so bedürfen wir solcher Vorstellungen als Reize der centralen, intragangliären Strecke, welche nicht den Willen, sondern das Gemüth erregen und nicht Handlungen, sondern Affecte hervorrufen.

Darin aber liegt die Schwierigkeit unserer Aufgabe.

Nicht als ob es nicht möglich wäre, durch geeignete Mittel beliebige Personen zum Zweck des Versuchs in einen einmaligen Affect zu versetzen, sondern weil das exacte Experiment eine Wiederholung solcher Versuche erfordert und es schwer oder unmöglich ist, dieselben Affecte an Einer Person wiederholt hervorzurufen. Denn die meisten Affecte werden nur von Reizen geweckt, welche neben ihrem Grundcharakter vor Allem die Eigenschaft des Neuen, Unerwarteten und Ueberraschenden bieten müssen.

In diesen Schwierigkeiten half gerade die Natur derjenigen Affecte, welche erfahrungsgemäss Schweisssecretion zu veranlassen pflegen.

Digitized by Google

Die allermeisten Seelenerregungen, welche von einem Ausbruch von Schweiss begleitet sind, sind Gemüthsdepressionen. Bei Exaltationen ist der Schweiss, wenn er sie begleitet, wahrscheinlich Folge gleichzeitig stattfindender Muskelerregungen. Jene Depressionen aber werden durch Affecte hervorgerufen, welche im Gefolge plötzlich auftauchender, häufig ganz unklarer Vorstellungen von Gefahren für die Person und ihr Wohlbefinden erscheinen. Es ist demnach das Gefühl der Angst, was als Reiz der Erfahrung zufolge die Thätigkeit der Schweissdrüsen anregt. Bei Frauen und Kindern gelingt es leicht, Vorstellungen zu wecken, welche regelmässig von einem Gefühl von Angst gefolgt sind. Man macht sie mit einem für sie unangenehmen Eindruck bekannt und setzt sie der Möglichkeit aus, solchem Eindruck zu begegnen.

Ich schlug folgendes einfache Verfahren ein.

Es wird Frauen ein mit starren Metallborsten versehener elektrischer Pinsel auf die Gesichtshaut gesetzt. Dadurch lernen sie jenes eigenthümliche, sehr unangenehme Gefühl elektrischer Ströme kennen, welches so kurz es auch dauern möge, gewöhnlich einen bleibenden Eindruck hinterlässt.

Ein Assistent wird, während die Versuchsperson es hört, laut beauftragt, auf ein gegebenes Zeichen den Pinsel immer wieder an die Gesichtshaut zu setzen, ist aber im Geheimen verständigt, das Zeichen zuweilen nicht zu befolgen.

Jene Person, die nur die für sie ominöse Bedeutung des Zeichens kennt und von der geheimen Verabredung der Experimentatoren keine Ahnung hat, geräth jedesmal, sobald sie es hört, im Vorgefühl des zu erwartenden Schmerzes in arge Besorgniss. Da dieselbe zuweilen nicht realisirt wird, so producirt sie in diesen Fällen reine Affecte der Angst, wie man auch objectiv an dem Ausdruck des Gesichts, an dem Mienenspiel, an der Unruhe ihres ganzen Wesens erkennen kann.

Bei solchen Versuchen sieht man nun jedesmal gleichzeitig mit diesen eben erwähnten objectiven Zeichen der inneren Vorgänge eine Erregung der Schweissdrüsen im Gesicht erfolgen. Bei einer Frau, die sich für diese Versuche ausserordentlich eignete, bedeckten sich Wange, Stirn und Nase wie bei der directen Erregung der Nerven, mit den Tröpfchen der Angst.

Man darf nicht vermuthen, dass die gleichzeitig stattfindende Veränderung des mimischen Ausdrucks, also die Bewegung im

Digitized by Google

Gesicht, die Ursache dieser Secretion ist. Denn diese frei für sich und ohne jede seelische Affection ausgeführte Bewegung ist viel zu schwach, um Secretion zu veranlassen. Erst dann tritt im Gesicht Schweiss in Folge von Muskelcontraction auf, wenn die ganze Energie mittelstarker elektrischer Ströme den Facialnerv reizt und das Gesicht krampfhaft verzerrt.

Ich habe bereits früher darauf hingewiesen, dass gerade hier die schweisserregende Wirkung motorischer Erregungen derjenigen der sensiblen Reize nachsteht und dass es nahe liegt, diese Erscheinung durch den grossen Reichthum der Gesichtshaut an sensiblen Nerven zu erklären.

Jetzt bietet sich uns für dieselbe Erscheinung noch eine zweite Erklärung dar. Möglicherweise hat jene auch darin ihren Grund, dass jeder sensible Reiz, der die so sehr empfindliche Gesichtshaut trifft, die Seele in mächtiger Weise erregt, indem er in ihr Affecte der Angst und Besorgniss hervorruft. Diese Affecte aber wirken wie elektrische Ströme und wie Wärmestrahlen auf die Nerven der Schweissdrüsen. Und da ihre Wirkungen der Secretion gerade auf Gesichtshaut localisirt sind, so summiren sie sich hier zu den an sich schon starken Erfolgen der einfachen sensiblen Reizung.

II. Ganglien und Nerven der Schweisssecretion.

1. Gesichtspunkte, welche die Versuche am Menschen eröffnen.

Wir haben nun die Reize für die Schweisssecretion und die Formen kennen gelernt, unter welchen diese Function auftritt. Dadurch haben sich uns Anfang und Ende derselben offenbart und zu einem Bilde vereinigt, in dessen Zügen der Charakter der Function selbst sich gespiegelt hat. Es war nicht schwer in diesen Zügen zu lesen, dass sie ein Nervenprocess sei und von Nerven geleitet werde. Aber die Nervenapparate selbst sind uns bisher nur als geheim wirkende Kräfte erschienen, die für unser Auge nicht sichtbar die Function dirigirten.

Digitized by Google

Nachdem wir nun aber aus den Erscheinungen der Schweisssecretion und ihren Quellen die Existenz dieser verborgenen Triebkräfte erkannt haben, müssen wir unseren Standpunkt wechseln und hinter das Bild gleichsam in den Maschinenraum treten, wo der Nervenapparat selbst sich befindet.

Naturgemäss wendet hier unser Blick zunächst den Theilen sich zu, in welchen die Kräfte des Werkes ihren Sitz haben und das Ganze treiben.

Die Ganglien der Schweisssecretion sind es, die wir zuerst suchen.

Da von ihnen die Impulse für die Function ausgehen, so werden wir schon durch die Natur der von uns gefundenen Reize auf die Orte gewiesen, wo diese Ganglien zu suchen sind.

Sensible Reize, Muskelbewegungen und Vorstellungen regten die Schweisssecretion an. Dort werden also auch die schweisserregenden Ganglien zu suchen sein, wo der sensible Reiz endet die Muskelbewegung beginnt und die Vorstellung entsteht.

Jeder sensible Reiz der Körperoberfläche gelangt auf der Bahn cerebrospinaler Nerven in die Ganglien des Rückenmarks und des Gehirns. Nur an sehr wenigen Orten im Bereich vou Gehirnnerven kann er in peripherischen Ganglien, bevor er in das Gehirn gelangt, auf motorische Nerven übertreten. Vermuthlich werden deshalb auch die Centren der Schweissdrüsennerven sich im Gehirn und im Rückenmark und nicht in peripherischen Ganglien befinden. Denn ein Reiz, der im Gehirn und im Rückenmark endet, kann nicht ausserhalb dieser Organe Reflexverbindungen mit den Centren centrifugaler Nerven eingehen, weil er, um zu diesen Centren zu gelangen, zunächst sich selbst in einen centrifugalen Nerv verwandeln müsste.

Die speciellen Orte, an denen dann im Gehirn und Rückenmark die Schweissnervencentren zu suchen sind, werden durch die Beziehungen angedeutet, in welchen die Schweisssecretion zur Thätigkeit der Muskeln steht. Wenn jede Erregung cerebrospinaler Bewegungsganglien, deren periphere Nerven ein an die Haut grenzendes Muskelgebiet versorgen, unter günstigen Umständen immer zugleich Schweisssecretion im Gebiet der bewegten Muskeln hervorruft, so müssen nicht nur secretorische und motorische Nerven in denselben Stämmen verlaufen, sondern wahrscheinlich auch aus dicht neben einander gelagerten Nervencentren entspringen. Denn

Digitized by Google

die Erregung zweier Functionen durch dieselben Reize und die Entfaltung ihrer Wirkungen auf identischen Bezirken der Peripherie sind der physiologische Ausdruck einer anatomischen Coincidenz ihrer Ganglien.

Daraus darf man vermuthen, dass die Schweisssecretionscentren für Rumpf und Extremitäten wahrscheinlich in den vorderen grauen Hörnern des Rückenmarks liegen; — für die Unterextremitäten speciell dort, wo aus dem Lendenmark die einzelnen Fasern des ischiatischen Nervengeflechtes hervorgehen und für die Arme an denjenigen Stellen des Halsmarkes, wo sich die Ganglien des Plexus brachialis befinden.

Im Gehirn aber wird wahrscheinlich das verlängerte Mark, aus dem die meisten Gehirnnerven entspringen, die Schweissnervencentren des Gesichts bergen und zwar an denjenigen Orten, wo auch die Kerne des N. Facialis liegen. Nur so erklärt es sich, dass einerseits in der Pathologie [1]) Schweisssecretion, Polyurie und Salivation als Reizungssymptome des verlängerten Markes häufig beisammen beobachtet werden und dass anderseits starke Reizung des Facialnerven Schweisssecretion im Gesicht veranlasst.

Die motorischen Centren in den grauen Vorderhörnern des Rückenmarkes und die Kerne des N. Facialis im verlängerten Mark sind aber nicht die einzigen Ganglien, aus denen motorische Impulse für die Rumpf-, die Extremitäten- und die Gesichtsnerven hervorgehen. Sie sind vielmehr nur die letzten Glieder eines Systems von Centren, in welchem Meynert [2]) drei Abschnitte — Projectionen — unterscheidet. Der erste von diesen Abschnitten beginnt in den Ganglien der grauen Hirnrinde und endet in den Nervenzellen der Grosshirnganglien, besonders des Linsenkerns. Der zweite Abschnitt nimmt hier seinen Anfang und sendet seine Fasern durch die Hirnstiele gekreuzt zu den Kernen des verlängarten Markes oder durch die Pyramiden und die hinteren Abschnitte der Seitenstränge zu den motorischen Ganglien der entgegengesetzten Körperseite. Hier endlich entspringt der dritte Ab-

---

[1]) Friedreich, Arch. f pathol. Anat. Bd. XXVI. S. 399. Ueber progressive Muskelatrophie, über wahre und falsche Muskelhypertrophie. Berlin 1873. S. 183.

[2]) Stricker's Hdb. d. Gewebelehre. II. Bd. S. 694. Lpzg. 1872.

Digitized by Google

schnitt, das System der peripherischen Nerven, die sich ausserhalb der Centralorgane verbreiten.

Es fragt sich nun, ob auch die Ganglien der Schweissdrüsennerven, die so innige Beziehungen zu den motorischen Functionen des Gehirns und des Rückenmarks zeigen, eine ähnliche Gliederung ihrer Ganglien besitzen, oder, ob sie nur eine einzige Gruppe von Centren darstellen, welche der letzten peripherischen Station der Motoren im Meynert'schen Projectionssystem entspricht.

Auf diese Frage gibt uns die dritte Reizquelle der Schweisssecretion, die Vorstellung, eine bündige Antwort.

Wenn die Schweisssecretion durch eine Vorstellung erzeugt, durch einen Affect geweckt, kurz durch einen psychischen Akt hervorgerufen werden kann; so ist es unmöglich, dass die Centren der Med. oblongata und des Rückenmarks die einzigen sind, welche Schweisssecretionsimpulse ertheilen.

Denn die Psyche hat bei den höchststehenden Wesen nur in den Hemisphären des Hirns ihren Sitz. In den Ganglien des Rückenmarks und der Med. oblongata entsteht keine Vorstellung, kein Affect.

Man kann sich darüber täuschen und auch beim Menschen an eine Rückenmarksseele denken, weil er auch im Schlaf nach der Einwirkung äusserer Reize scheinbar zweckmässige Bewegungen ohne Bewusstsein ausführt.

Allein in einem mechanischen System ineinander greifender Räder kann auch der Dampfkessel gesprengt und die Feder zerstört sein, und doch der Rest des Ganzen von einem beliebigen Rade aus noch in Bewegung gesetzt werden. Wer draussen steht und sich damit begnügt, nur die Form dieser Bewegung zu betrachten und nur danach das Werk zu beurtheilen, der merkt es nicht, dass da drinnen nicht die Seele des Werkes mehr lebt und dass eine plumpe, unausreichende Kraft ihr Fehlen verheimlicht.

So kann man auch, wie Luchsinger[1]) gezeigt hat, einem Kätzchen das Rückenmark trennen und die hinteren Pfoten des gelähmten Thierer durch Gifte, welche das Rückenmark reizen, dennoch zum Schwitzen bringen. Aber daraus darf man auf eine „Autonomie" des Rückenmarks für die Function der Schweissdrüsen nicht schliessen. Nur eines von den Rädern eines complicirten

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XIV. 1876. S. 369.

Digitized by Google

Systems, durch welche die Bewegung des Werkes geht, lernen wir durch diesen Versuch kennen. Wir sehen, dass das Rückenmark eine jener Stationen enthält, von denen jede den Rest der Function unterhalten kann, wenn eine künstliche Kraft sie selbst treibt. Aber zweifellos schlägt das Herz des Ganzen an andern Orten, liegen die Angriffspunkte des Systems dort, wo die Psyche sie findet.

Seitdem Fritsch und Hitzig [1]) die Erregbarkeit der Grosshirnrinde festgestellt haben, müssen wir es als erwiesen betrachten, dass die Angriffspunkte für alle seelischen Functionen auf der Hirnrinde liegen.

So dürfen wir auch mit allem Recht vermuthen, dass auf der Oberfläche des Hirns Centren der Schweisssecretion gelegen sein werden.

In diesen Centren beginnt ihre durch Vorstellungen wachgerufene Erregung. Schon in den Ganglien des verlängerten Markes pflegt sie zu enden, wenn der psychische Reiz gewisse Grenzen einer mittleren Intensität nicht verlässt. Verlässt er sie aber und greift er jene Ganglien an mit der erschütternden Gewalt eines überwältigenden Eindrucks, dann breitet sich die Erregung fortschreitend aus über die Centren des gesammten Rumpfes und der Extremitäten. Und nicht das Gesicht allein trägt nun die Spuren des inneren Aufruhrs, der ganze Körper verkündet sie, der in „kaltem Schweiss sich badet".

Solche Erfahrungen führen uns dazu, anzunehmen, dass die Schweisscentren wahrscheinlich insgesammt unter einander in Zusammenhang stehen und deshalb eben vom Gehirn aus alle gleichzeitig in Function gesetzt werden.

Wie weit alle diese Vermuthungen thatsächlich begründet sind, das gestattet nur das Experiment am Thier zu entscheiden.

Bevor ich die Resultate solcher Experimente, die ich an jungen Kätzchen ausgeführt habe, berichte, muss ich erwähnen, dass einige experimentelle Erfahrungen über die Innervation der Schweissdrüsen bereits vorliegen.

Zuerst hat Goltz [2]) bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über gefässerweiternde Nerven die Beobachtung gemacht, dass man durch

[1]) Hitzig: Untersuchungen über das Gehirn. Berlin 1874.
[2]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XI. 1875. S. 71.

Digitized by Google

Tetanisiren des peripheren Endes eines durchschnittenen Hüftnerven bei jungen Kätzchen wie bei Hunden Schweisssecretion an der betreffenden Hinterpfote hervorrufen könne. Er hält es daher für festgestellt, dass im Hüftnerv der genannten Thiere Fasern vorhanden sind, welche die Schweissdrüsen versorgen.

Frl. Kendall und Hr. Luchsinger [1]) haben später das Gleiche gefunden und noch besonders gezeigt, dass der Kreislauf bei diesen Versuchen keine Rolle spielt, da sie dieselben Resultate erhielten noch an amputirten Extremitäten.

Endlich wies Luchsinger [2]) nach, dass man durch sogenannte Ganglienreize wie Erstickung, Erwärmung des Blutes, Vergiftung die Hinterpfoten eines Kätzchens zum Schwitzen bringen könne, auch wenn das Rückenmark zwischen dem 8. und 9. Brustwirbel durchschnitten und sämmtliche hinteren Wurzeln vom Schnitt abwärts durchtrennt worden sind. Er hat ferner gefunden, dass dieser Versuch misslingt, sobald das Rückenmark von der Höhe des bezeichneten Rückenmarkschnittes abwärts zerstört wird. Durch Reizung der ersten 6 bis 7 vorderen Rückenmarkswurzeln von der neunten Brustwurzel abwärts, sowie durch Reizung des Bauchstranges des N. Sympathicus konnte ebenfalls Schweisssecretion in der Hinterpfote der gereizten Seite hervorgerufen werden, dagegen nicht mehr durch Reizung der vom 4. Lendenwirbel abwärts gelegenen Rückenmarkswurzeln, welche gerade den Plexus Ischiaticus zusammensetzen.

Demnach liegen nach Luchsinger die Centren der Schweisssecretion für die Hinterpfoten des Kätzchens im Bereich des unteren Rrust- und des oberen Lendenmarkes, aber nicht dort, wo die Centren für die sensiblen und motorischen Nerven der Hinterextremitaten sich befinden, und verlassen das Rückenmark durch 6 bis 7 vordere Wurzeln, um auf der Bahn der sympatischen Nerven zu den Fasern des N. Ischiaticus zu treten. Versuche, Schweisssecretion durch Reizung sensibler Nerven auf dem Wege des Reflexes hervorzurufen, hatten nur unbeständigen Erfolg.

Ich selbst konnte Thatsachen feststellen, durch welche die Angaben der genannten Autoren bestätigt, zum Theil aber auch erweitert werden.

---

[1]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. XIII. 1876. S. 212.
[2]) Ebenda Bd. XIV. 1876. S. 369.

Digitized by Google

Gleich hier will ich jedoch erwähnen, dass der Erfolg der nun zu besprechenden Versuche wesentlich von der Temperatur des Raumes abhängt, in welchem sie angestellt werden. In schlecht geheizten Zimmern können sie leicht misslingen, während sie in warmer Umgebung (etwa 16 bis 18° R. und darüber) von so zuverlässiger Sicherheit sind, dass sie mir für Vorlesungsversuche sehr geeignet erscheinen. Man wird sich den Grund für diese eigenthümliche Abhängigkeit der Versuche von der umgebenden Temperntur leicht erklären, wenn man sich dessen erinnert, was über den merkwürdigen Einfluss thermischer Reize auf die Schweisssecretion früher berichtet worden ist. Auch ist es rathsam bei tieferen Eingriffen — Präparation des Rückenmarkes u. s. w. — die Thiere einige Stunden in Watte gehüllt ruhen zu lassen, bevor man sie zu den Reizversuchen verwendet.

Jedes Experiment lässt sich unter günstigen Verhältnissen nicht nur am lebenden Thier, sondern auch 15 bis 45 Minuten nach dessem letzten Athemzuge mit Erfolg ausführen.

Der Uebersichtlichkeit wegen reihe ich nicht die einzelnen Versuche descriptiv an einander, sondern stelle ihre Resultate in Gruppen zusammen.

2. Ergebnisse aus Versuchen an Thieren.

1. Legt man einem Kätzchen den N. Ischiaticus oder den Plexus Brachialis blos, so kann man an dem Ballen der zugehörigen Pfote Schweiss hervorbrechen sehen, sobald man den entblössten Nerv drückt oder mit der Scheere trennt. Faradisirt man ihn, so wird die Secretion eine anhaltende, vereinigt die Tröpfchen und bedeckt den Ballen der Pfote mit einer continuirlichen Schicht. Der Erfolg des Versuches leidet durchaus nicht, wenn man vor demselben die Hauptarterienstämme der betreffenden Extremitäten unterbindet und lässt sich, wie schon erwähnt worden ist, am nicht mehr athmenden Thier erzielen.

Daraus folgt, dass die Schweisssecretion eine reine Nervenfunction ist und von dem Blutdruck nicht abhängt.

Beobachtet man, während der Nerv der einen Pfote gereizt wird, die correspondirende andere, so sieht man auch hier Schweisströpfchen erscheinen, doch viel spärlicher, als auf der anderen Seite.

Beim Kätzchen ist die Anlage zu bilateraler Schweiss-

Digitized by Google

secretion, die beim Menschen in so hohem Grade entwickelt ist, demnach nur andeutungsweise vorhanden.

Während die Erregbarkeit der Nerven nach dem Stillstand der Athmung continuirlich sinkt, kann man zuweilen die Bemerkung machen, dass zu einer gewissen Zeit die Reizung derselben keine Muskelcontraction mehr hervorbringt, während sie noch Secretion von Schweiss veranlasst.

Danach scheint es, als ob die Widerstandsfähigkeit gegen die Processe des Absterbens in den motorischen Apparaten eine geringere sei, als in denen der Secretion des Schweisses. Und sicher geht daraus hervor, dass die Schweisssecretion bei diesen Versuchen durch directe Erregung secretorischer Fasern hervorgebracht wird [1]) und nicht allein von der Muskelcontraction abhängt.

Noch auf eine andere Weise lässt es sich darthun, dass die Absonderung des Schweisses ein von Circulationsverhältnissen direct nicht beeinflusstes Secret ist. Atropin hat nach den Untersuchungen Heidenhain's [2]) an der Submaxillardrüse die Eigenschaft, secretorische Nerven zu lähmen und vasomotorische intact zu lassen. Drüsen, deren Function vom Blutdruck unabhängig ist, stellen deshalb ihre Thätigkeit ein, sobald man sie mit Atropin vergiftet, die anderen nicht.

Nun ist es allgemein bekannt, dass man pathologische Schweisse durch Atropin unterdrücken kann. Ich selbst habe die antihidrotische Wirkung des eben genannten Giftes wiederholt und zweifellos am Menschen erprobt und sichergestellt.

Die pathologischen Schweisse können demnach nicht Folgen vasomotorischer Neurosen sein, wofür sie vielfach gehalten werden.

Das allgemein bekannte Experiment der Durchschneidung des Halssympathicus beim Pferde, das man Dupuy, Meyer und Colin zuschreibt [3]), hat vorzugsweise diese Ansicht verschuldet. Da bei diesem Experiment starke Schweisssecretion am Halse der operirten Seite sich einstellt, und da Cl. Bernard [4]) gezeigt hat, dass im Halssympathicus vasomotorische Fasern verlaufen; so hat man die secretorische Wirkung der Sympathicussection einer Gefässlähmung und der dadurch bewirkten Fluxion zum Kopf zugeschrieben.

---

[1]) Vrgl. S. 15.

[2]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. V. 1872. S. 40.

[3]) Vgl. Ludwig, Lehrb. d. Physiol. Bd. II. Leipzig und Heidelberg. 1861. S. 371.

[4]) Cl. Bernard, Comptes rendus. LV. p. 228.

Digitized by Google

Nach den angeführten Erfahrungen ist diese Deutung des Experiments nicht mehr zulässig. Es muss sich vielmehr bei demselben um eine durch den Schnitt bewirkte Reizung secretorischer Fasern handeln. Die irritirende Eigenschaft eines einfachen Schnittes auf Nerven hat bereits Goltz[1]) genügend hervorgehoben.

Dass das Experiment in der That nur eine Reizungserscheinung ist, geht aus der Art hervor, wie seine Wirkung abläuft.

An der hiesigen Thierarzneischule sind im Verlauf des vorigen Winters in grosser Zahl Durchschneidungen des Halssympathicus an Pferden ausgeführt worden. Ich habe mich genau über den Verlauf der Operation unterrichten lassen und unter Anderem gehört, dass bald nach derselben der Hals auf der operirten Seite schnell feucht wird und dann von Schweiss so überströmt, dass er ihn in grossen Tropfen zu Boden fliessen lässt. Dann wird die Secretion bald geringer und nach und nach so spärlich, dass spätestens sechs Stunden nach der Operation wieder alles vorüber ist.

In sechs Stunden kann ein durchschnittener Nerv nicht heilen. Sechs Stunden nach der Durchschneidung des Halssympathicus muss also vasomotorische Lähmung und Fluxion am Halse noch fortbestehen. Folglich können diese beiden Zustände nicht die Ursache des beschriebenen Schweissausbruchs sein. Wohl aber ist es wahrscheinlich, dass während sechs Stunden eine durch den Schnitt herbeigeführte Reizung des Nerven sich abgespielt und dann einer Lähmung des peripherischen Endes desselben Platz gemacht hat.

Etwas Aehnliches kann man auch, wie ich schon erwähnt habe, am Kätzchen sehen. Im Moment des Schnittes durch den Nervenstamm einer seiner Extremitäten schiessen Tröpfchen in der Pfote empor. Nur ist hier der Schnitt ein Reiz von äusserst kurzer Dauer. Nachdem die ersten Tröpfchen verdunstet sind, bleibt die Secretion, wenn der durchschnittene Nerv nicht heilt oder nicht gereizt wird, für immer in Ruhe.

2. In einer zweiten Reihe von Versuchen entfernte ich die Bögen der zwei ersten Lendenwirbel, hob das Rückenmark aus seinem Kanal heraus und durchschnitt es auf der Sonde.

Die vollkommen gelähmten Hinterextremitäten der operirten Thiere schwitzen sowohl unmittelbar nach der Operation, als auch häufig 24 und 36 Stunden danach ganz von selbst.

---

[1]) A. a. O.

Digitized by Google

Entfernte ich aus der eröffneten Lendenwirbelsäule das ganze Lendenmark, so sah ich an den Hinterpfoten keine Schweisssecretion von selbst mehr erfolgen.

Diese Thatsachen wiesen darauf hin, dass die Erregungen für die Schweisssecretion der Hinterpfoten wahrscheinlich vom Lendenmark ausgehen.

Um diese Vermuthung zu prüfen, durchschnitt ich das Rückenmark zwischen Brust- und Lendenmark in der angeführten Weise, trennte den N. Ischiaticus des einen Beines und reizte das centrale Ende des halbirten Nerven mit faradischen Strömen.

Wenn bei dieser Versuchsanordnung das entgegengesetzte Hinterbein schwitzte, so mussten Schweisssecretionscentren unterhalb des Schnitts im Lendenmark liegen. Denn der centripetale Reiz konnte nach einem allbekannten Gesetz im Rückenmark nicht von Faser zu Faser, sondern musste von Ganglie zu Ganglie übergehen.

Der Versuch hatte positiven Erfolg[1]). Stets sah ich eine wenn auch zuweilen sehr spärliche, doch untrüglich mit dem Reiz zusammenhängende Secretion an dem nicht gereizten und vollkommen ruhendem Bein auftreten.

Trug ich das Mark unterhalb des Schnittes schichtweise ab, so sank zwar die Intensität der Secretion erheblich und äusserte sich schliesslich nur noch in vereinzelten Tröpfchen, verschwand aber vollkommen erst dann, wenn das Lendenmark bis in die Höhe etwa des vierten Lendenwirbels abgetragen war.

Damit ist der Beweis geliefert, dass das ganze Lendenmark bis zu der bezeichneten Höhe Schweisssecretionscentren enthält.

Da diese Centren von dem sensiblen Reiz erreicht werden, welcher auf der Bahn des ischiatischen Plexus zum Lendenmark tritt, und da ferner bei jedem Schnitt, der in das Gebiet dieser Centren fällt, die Hinterpfoten zucken; so liegen wahrscheinlich motorische, sensible und secretorische Ganglien der Hinterextremitäten beisammen[2]), obgleich allerdings die Nervenplexus dieser Extremitäten erst unterhalb des vierten Lendenwirbels das Rückenmark verlassen.

---

[1]) Vrgl. dagegen Luchsinger a. a. O.

[2]) Vrgl. dagegen denselben ebenda.

Digitized by Google

An Wahrscheinlichkeit gewinnt dieser Schluss durch folgenden Versuch.

Man halbirt ein eben getödtetes Kätzchen zwischen Brust- und Lendenmark und entfernt sämmtliche Eingeweide, bis ein Präparat entsteht, das nur aus der Lendenwirbelsäule und ihrem Mark, aus den Hinterpfoten und den zu ihnen tretenden Nervenplexus besteht.

Stösst man nun zu beiden Seiten der Austrittstelle des Plexus Ischiaticus Elektrodennadeln in das Mark ein und schliesst den Strom, so erhält man Schweisssecretion an den Ballen der tetanisirten Pfoten.

Der elektrische Strom, der in diesem Versuch das Mark reizt, kann nur auf Bahnen zu den Schweissdrüsen gelangen, welche im Plexus Ischiaticus liegen. Und da er peripherisch von motorischen Fasern auf secretorische nicht überspringen kann, so muss er die letzteren schon im Rückenmark treffen, also wahrscheinlich Centren derselben erregen.

> Wir können aus diesem Versuch schliessen, dass die secretorischen Fasern mit den spinalen Nerven nicht nur den peripherischen Verlauf, sondern sehr wahrscheinlich auch das Gebiet der Centren im Rückenmark theilen.

Für die Vorderextremitäten des Kätzchens lässt sich ganz dasselbe nachweisen.

Reize ich den centralen Stumpf des Plex. Brachialis der einen Pfote, so treten Schweissperlen an dem Ballen der anderen Vorderpfote auf. Derselbe Versuch gelang mir noch, nachdem ich das untere Ende des Brustmarkes bis zum sechsten Brustwirbel herausgenommen und das obere Ende des Halsmarkes durch Einbohren eines Stilets von der eröffneten Höhle des verlängerten Markes aus bis etwa zum vierten bis fünften Halswirbel zerstört hatte.

3. Die eben dargelegten Experimente haben meine aus den Reflexphänomenen der Schweisssecretion beim Menschen hergeleiteten Vermuthungen über die Lage der Schweisssecretionscentren an den Ursprungsorten der spinalen Wurzeln bis zu einem Grade hoher Wahrscheinlichkeit bestätigt. Weiter haben wir nun zu untersuchen, ob es gerechtfertigt gewesen ist, aus der Coincidenz von Muskelcontraction und Schweisssecretion auf eine anatomische Coincidenz speciell der motorischen und der secretorischen Ganglien zu schliessen.

Digitized by Google

Ich eröffnete den ganzen Kanal der Lendenwirbelsäule, durchschnitt alle nur erreichbaren hinteren Wurzeln des Lendenmarkes und tetanisirte dasselbe.

Auch jetzt sah ich deutlich Schweisssecretion an den Hinterpfoten auftreten.

Da der elektrische Reiz bei diesem Versuch nur durch die vorderen Wurzeln das Rückenmark verlassen und nur auf Bahnen dieser Wurzeln die Schweissdrüsen erreichen konnte, so müssen eben die secretorischen Fasern der Schweissdrüsen in den vorderen Wurzeln verlaufen.

Diese Thatsache aber macht es sehr wahrscheinlich, dass die Centren der Schmeisssecretion in den vorderen Hörnern der grauen Substanz liegen, also dort, wo sich auch die motorischen Ganglien der Extremitätennerven befinden.

Denn alle Erfahrungen der Histologie weisen darauf hin, dass die Nerven der spinalen Wurzeln in denjenigen Hörnern der grauen Substanz ihre Centren haben, welche der betreffenden Wurzel zunächst liegen.

Eine Beobachtung aus der Pathologie, die ich kürzlich zu machen Gelegenheit gehabt habe, scheint mir zu Gunsten der eben vertheidigten Localisation der Schweisscentren im Rückenmark zu sprechen.

In die Nervenstation der Charité trat vor einiger Zeit ein Mann ein, der in Folge einer starken Erkältung sich eine allmählich zunehmende motorische Schwäche aller Extremitäten zugezogen hatte. Als er mir zu Gesicht kam, — es waren seit der Erkältung etwa vier Wochen verflossen, — war der Patient fast vollkommen paraplegisch, so dass er weder gehen noch stehen konnte. An den Oberextremitäten aber zeigte er symmetrische Paresen beider Radialnerven, so dass es ihm unmöglich war, Hand und Finger zu strecken, als wäre er mit Blei vergiftet. Fast alle Muskeln der Unterextremitäten, und an den Armen die von den N. Radiales versorgten zeigten sich mit Ausnahme der Mm. Supinatores longi gegen den inducirten Strom unempfindlich. Auf den constanten Strom reagirten sie dagegen anfangs in gewöhnlicher Weise, später stellte sich bei ihnen die sogenannte Entartungsreaction ein, indem sie schon bei Stromstärken Kathoden- und Anodenschliessungszuckung gaben, welche in gesunden Muskeln erst eine Kathodenschliessungszuckung allein hervorzurufen im Stande waren.

Digitized by Google

Jetzt, sechs Monate nach dem Beginn der Krankheit, läuft der Patient wieder umher und fängt auch an, seine Hände zu gebrauchen. An den Muskeln aber sind die Entartungsreactionen mehr und mehr gewichen und haben einem der Norm sich nähernden elektrischen Verhalten Platz gemacht.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass in den die paretischen Muskeln versorgenden Nerven degenerative Processe abgelaufen sind. Denn diese allein erklären das Bild, welches das Verhalten der Muskeln gegen den faradischen und gegen den constanten Strom darbot. Und anderseits kann die Affection nicht durch eine periphere, sondern muss durch eine centrale Krankheit entstanden sein, da nur eine solche die allgemeinen und symmetrischen Functionsstörungen erklärt. Ist das aber der Fall, so müssen pathologische Vorgänge in den Ernährungscentren des erkrankten Nerven die Ursache ihrer Degeneration sein. Die Ernährungscentren der motorischen Nerven liegen aber in den Vorderhörnern der grauen Rückenmarkssubstanz. Folglich hat es sich in dem beschriebenen Krankheitsfall um eine vorübergehende Störung der Function der grauen Vorderhörner gehandelt (Poliomyelitis anterior acuta).

Dieser Fall bot mir nun insofern ein ganz besonderes Interesse dar, als die Unterextremitäten mit dem Beginn der Lähmung auch Schweiss abzusondern aufhörten. Der Patient lenkte diesem Umstand meine Anfmerksamkeit ganz besonders zu, weil er in gesunden Tagen sehr stark an den Beinen zu schwitzen pflegte, und weil er der Unterdrückung dieser Schweisssecretion sein ganzes Leiden zuschrieb.

Ich bin weit davon entfernt, diesem einzigen mir bekannten Fall aus der Pathologie eine grosse Bedeutung beizulegen, glaube aber doch, dass er als ein Argument erwähnt zu werden verdient, welches den Wahrscheinlichkeitsschluss über die Lage der Schweisssecretionscentren in den vorderen Hörnern der grauen Rückenmarkssubstanz einigermaassen gestattet.

4. Hat man jungen Kätzchen die ganze Lendenwirbelsäule eröffnet und vorsichtig das Lendenmark herausgenommen, so kann man die merkwürdige Beobachtung machen, dass auch dann noch eine ihrer Hinterpfoten, wenn auch spärlich, so doch untrüglich sicher schwitzt, wenn man das centrale Ende entweder des N.

Digitized by Google

Ischiaticus der andern Seite oder des Plexus Brachialis derselben Seite elektrisch erregt.

Bei dieser Versuchsanordnung muss der Reiz, der durch den Plex. Brachialis in das Rückenmark eingetreten ist und nicht mehr die im Lendenmark gelegenen Schweisscentren erreicht, auf Nebenwegen zur Hinterpfote gelangen. Diese Nebenwege müssen nothwendig im Brustmark entspringen und neben der Wirbelsäule ausserhalb des Rückenmarkkanales verlaufen. Es sind offenbar dieselben Bahnen, welche bei dem eben beschriebenen Reizversuch mit dem N. Ischiaticus auch den Reiz von diesem Nerven quer durch das Brustmark zu den Secretionsfasern des andern tragen.

Nervenwege, welche neben der Wirbelsäule verlaufen und ihren Ursprung im Rückenmark haben, gehören dem N. Sympathicus an.

Folglich enthalten die Hinterpfoten des Kätzchens ausser den spinalen, noch sympathische Schweisssecretionsfasern.

Für die Innervation der Schweissdrüsen durch spinale Nerven und nicht blos durch sympathische allein möchte ich, allerdings mit allem Vorbehalt, noch die Thatsache anführen, dass die Schweisssecretion durch Atropin gelähmt wird [1]).

Atropin hebt nämlich, wie Heidenhain [2]) an den Speicheldrüsen gefunden hat, wohl die secretorische Function der Chorda, aber nicht die des Sympathicus auf.

Um die Lage der Centren der sympathischen Fasern festzustellen, eröffnete ich das Brustmark, trug dasselbe von unten nach oben schichtweise ab und suchte so die Grenze auf, bei welcher die Reizung des centralen Endes vom Plexus Brachialis ihren Einauf die Schweisssecretion der Hinterpfote verlor. Als der Schnitt durch das Brustmark etwa in die Höhe des 10. Brustwirbels gefallen war, hörte der erwähnte Einfluss der Brachialisreizung auf die Secretion der Hinterpfote auf.

Bei der Katze sind dreizehn Brustwirbel vorhanden.

Es enthält daher das untere Ende ihres Brustmarkes in der Ausdehnung der drei letzten Brustwirbel die gesuchten Centren. Hier nehmen die sympathischen Secretionsfasern der Hinterpfoten ihren Ursprung und verlassen

---

[1]) S. S. 48.

[2]) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. V. 1872. S. 40.

Digitized by Google

durch die drei letzten — vorderen — Brustwurzeln das Rückenmark.

5. Aus der Erfahrung, dass heftige Gemüthserschütterungen beim Menschen Schweisssecretion am ganzen Körper zu erregen im Stande sind, durfte der Schluss gemacht werden, dass sämmtliche Centren der Schweisssecretion unter einander zusammenhängen und insgesammt vom Gehirn aus in Function gesetzt werden.

Man kann, wenn das der Fall ist, voraussagen, dass im verlängerten Mark ein Sammelpunkt für die nervösen Apparate der Schweisssecretion sein müsse, sei es, dass nur Nerven durch dasselbe vom Gehirn ins Rückenmark treten, sei es, dass sie hier eine Unterbrechung finden durch Ganglien.

Um diese Voraussetzung zu beweisen, legte ich bei jungen Kätzchen die Membrana atlanto-occipitalis blos. Die Operation gelingt unschwer, wenn man den Kopf des Versuchsthieres von einem Gehilfen stark nach vornüber neigen lässt, sich beim Abpräpariren der Nackenmuskeln streng in der Mitte hält und weniger das Messer als die Pincette benutzt. Liegt die durchscheinende Hinterhauptsmembran frei, ist sie in der Medianlinie gespalten nnd seitlich incidirt, so kommt, nachdem klare Flüssigkeit aus dem eröffneten Arachnoideasack ausgetreten ist, das verlängerte Mark und der hintere Rand des Kleinhirns zum Vorschein. In das erstere werden feine Elektrodennadeln eingestossen. Schon nachdem das geschehen ist, namentlich aber nach Schluss des elektrischen Stromes brechen an allen vier Pfoten des Thieres mächtige Schweissperlen hervor.

Die Reizung der Med. oblongata erzeugt Tetanus sämmtlicher Extremitäten und Rumpfmuskeln. Man könnte daher daran denken, dass die durch die Erregung des verlängerten Markes hervorgerufene Schweisssecretion eine Begleiterscheinung der gleichzeitig stattfindenden Muskelcontraction ist.

Ich trennte deshalb nach Eröffnung der Wirbelsäule das Rückenmark in der oberen Lendengegend genau zur Hälfte, so dass bei erneuter Reizung des verlängerten Markes die dem Schnitt entsprechende Hinterpfote ruhig blieb.

Auch jetzt erschien der Schweiss an allen vier Extremitäten. Und die Quantität des Secrets an der gelähmten Hinterpfote war durchaus nicht geringer, als die an der anderen.

Digitized by Google

Es folgt daraus, dass das verlängerte Mark in der That ein Sammelort für sämmtliche Schweisssecretionsfasern ist.

Herr Geheimrath Leyden hat die Güte gehabt, mich auf einen in Traube's Gesammelten Beiträgen zur Pathologie und Physiologie [1]) veröffentlichten Krankheitsfall aufmerksam zu machen, der die Bedeutung des verlängerten Markes für die Schweisssecretion auch am Menschen illustrirt.

Es handelt sich dort um einen Mann, der an Händen und Füssen vollkommen gelähmt war. Am Kopf des Patienten zeigte sich keinerlei Störung der Functionen. Vom Halse ab aber war alles bis auf die Gegend der Schultern unempfindlich. Die Respiration ging schwer. Der Harn floss spontan ab.

In den letzten acht Tagen vor dem Tode des Kranken traten allgemeine und profuse Schweisse auf.

Im Sectionsprotokoll dieses Falles heisst es: „Einen halben Zoll unter dem Ende des verlängerten Markes zeigte sich das Rückenmark sehr weich, die Consistenz einer Stelle (drei und ein halb Zoll unterhalb der unteren Grenze des Pons) äusserst gering, die Substanz vollkommen zerfliessend. Dieser Theil ist stark comprimirt durch eine taubeneigrosse Geschwulst, welche mit ihrer vorderen Fläche der vorderen Wand der Dura fest anhängt, mit der hinteren stark convexen Fläche in die Rückenmarkshöhle hineinragt und auf die vorderen Rückenmarksstränge drückt, ohne mit jener erweichten Partie zusammenzuhängen."

Der oberste Theil des Rückenmarks war demnach kurz vor dem Tode, also wahrscheinlich zur Zeit der profusen Schweisse, der Sitz einer durch Druck bewirkten entzündlichen Reizung.

Suffocatorische Reizung des verlängerten Markes mag wohl auch die Ursache des dem Tode vorausgehenden allgemeinen Schweissausbruchs sein. —

Fassen wir die Resultate, die wir eben erhalten haben, kurz zusammen, so können wir etwa folgendes Schema für den Nervenapparat der Schweissdrüsen aufstellen.

Der Nervenapparat der Schweisssecretion nimmt wahrscheinlich an der Oberfläche des Hirns seinen Anfang. Die Nerven steigen jedenfalls durch die Med. oblongata in das Rückenmark herab. Hier treten sie mit Secretionscentren in Verbindung, die

[1]) II. Band 1871. S. 1012.

Digitized by Google

nahezu durch das ganze Rückenmark zerstreut sind. Diese Centren liegen wahrscheinlich in den Vorderhörnern der grauen Substanz und an denjenigen Stellen derselben, wo sich auch motorische Ganglien analoger Gebiete der Peripherie befinden. Secretionsfasern verlassen im Verein mit motorischen Nerven durch vordere Wurzeln das Rückenmark und gehen zu denselben Bezirken. Für die Hinterpfoten des Kätzchens trägt den ischiatischen Nerven ausserdem noch der N. Sympathicus aus höher gelegenen Orten des Rückenmarks Secretionsfasern zu.

Von der Speichelsecretion ist es ebenfalls längst bekannt, dass sie von der Med. obl. aus erregt werden kann [1]). Auch vermitteln den Speicheldrüsen (Gld. submax.) sowohl cerebrale, als sympathische Nerven (Chorda thympani und N. Sympathicus) den Reiz. Der Thränennerv geht, wie sein Hauptstamm, der N. Trigeminus, aus Kernen des verlängerten Markes hervor und führt breite und schmale Nervenfasern [2]). In der Innervation des Herzens und der Gefässe endlich theilen sich Vagus und Sympathicus.

So scheint es ein allgemeines Gesetz für die von Seelenregungen beherrschten Organe des vegetativen Lebens zu sein, dass sie durch Nerven beider Kategorien versorgt werden und dass diese Nerven gemeinschaftlich das verlängerte Mark passiren.

3. Bilaterale Functionen.

Wenn psychische Reize beim Menschen und eine künstliche Erregung des verlängerten Markes beim Thier hier wie dort alle Schweissdrüsen des Körpers in Function setzt, wenn so zu sagen von Einem Punkt aus sämmtliche Centren der Schweisssecretion zu erregen sind; dann ist es klar, dass diese Centren insgesammt unter einander in Verbindung stehen müssen.

Doch sind die Bahnen dieses Schweissgangliennetzes für den Reiz nicht alle gleich werth. Mit Vorliebe nehmen diejenigen ihn auf, welche beim Menschen quer durch das Rückenmark ziehn und die Centren sich homolog verbreitender Schweisssecretionsnerven

---

[1]) Eckhard, Beitr. zur Anat. u. Physiol. Bd. IV. 1869. S. 191. Grützner, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. VII. 1873. S. 522.

[2]) Frerichs, Wagner's Handwrtrb. d. Physiol., Art. Thränensecretion Bd. III. 1846.

Digitized by Google

nerven verbinden. Denn so leicht pflanzt sich hier die Erregung zwischen analogen Gangliengruppen fort, dass die Thätigkeit der einen stets die der zweiten inducirt und nie andere als doppelseitig symmetrische Effecte hervorbringt.

Wenn aber jeder Reiz, welcher Muskeln zur Contraction bringt, neben einseitiger Bewegung Schweisssecretion auf beiden Körperhälften hervorruft und wenn wir erwägen, dass eine doppelseitige Function von Muskeln des Rumpfes und der Extremitäten immer die Folge ist einer intensiven Erregung, dass dagegen eine einseitige Contraction immer durch schwächere Reize bewirkt wird, als jene; so werden wir aus der angeführten Erscheinung schliessen können, dass die Erregbarkeit der gangliösen Apparate der Schweisssecretion eine grössere ist, als die Erregbarkeit der Ganglien der reinen Bewegung und dass dem entsprechend auch die Uebertragung der Erregung von einer Seite zur andern dort leichter geschieht als hier.

Es scheint mir, als wenn sich für diese „Erregbarkeitsdifferenz" auf Grund gewisser pathologischer Erfahrungen eine Erklärung geben lässt. Doch beansprucht diese Erklärung vorläufig nur als eine Hypothese zu gelten.

A. Pathologische Synergie der Muskeln.

Ein gewisses dunkles Bewusstsein von der gesetzmässigen Doppelseitigkeit der Schweisssecretion scheint allgemein vorhanden zu sein. Denn es fällt auf, wenn bei einem Menschen nur Eine Körperhälfte oder nur ein Theil derselben schwitzt.

Und doch kann man aus den Bewegungen der Extremitäten ersehen, dass die einseitige Thätigkeit symmetrisch angelegter Organe gerade für die allergröbsten Functionen des Körpers die Regel ist.

Bedenkt man, wie wunderbar es erschiene, wenn bei einem Menschen plötzlich kein Muskel des einen Armes sich zusammenzöge, ohne dass nicht am zweiten Arm ganz dasselbe geschähe und dass das eine Bein keine Bewegung ausführte, ohne dass nicht das zweite dasselbe zu thun versuchte, — dann wird man die Auffassung als begründet erachten dürfen, dass nicht das einseitige Schwitzen das zu erklärende räthselhafte Factum ist, sondern gerade dasjenige Auftreten desselben, welches man, weil es das gewöhnliche ist, auch als das selbstverständliche ansieht.

Wollte die Physiologie einen Versuch machen, die Eigenthüm-

Digitized by Google

lichkeit bilateralerFunctionen, welche allen zu seelischen Vorgängen in Beziehung stehenden Apparate des vegetativen Lebens eigen sind, zu erklären; so müsste sie sich mit der wohl gestützten Annahme einer grossen Erregbarkeit der diesen Apparaten zugehörigen Centren und einer dadurch erleichterten bei ihnen leicht möglichen Uebertragung des Reizes von einer Gangliengruppe zur andern begnügen.

Die Pathologie aber eröffnet den Anfang eines vielleicht weitergehenden Verständnisses dieser Verhältnisse. Sie lenkt unsere Aufmerksamkeit neben den centralen auch auf periphere Einrichtungen des Nervensystems als Vermittler der bilateralen Synergie hin, indem sie uns zu den eben erwähnten symmetrischen Functionen eigenthümliche functionelle Analogien im Gebiet der Körpermuskulatur zeigt.

Was bei der Schweisssecretion das Gewöhnliche und Normale ist, die Doppelseitigkeit ihres Auftretens, das findet nämlich an den Muskeln der Extremitäten gewisse Anklänge unter pathologischen Verhältnissen. Normal herrscht hier die souveränste Unabhängigkeit der Function analoger Organe, während bei der Schweisssecretion etwas Aehnliches wiederum erst am kranken Körper sich einstellt.

Wir sehen, zwischen Schweisssecretion und Extremitätenbewegung herrscht in dieser Beziehung ein voller Antagonismus.

Jene pathologischen Verhältnisse nun, welche die Tendenz zu bilateraler Function auch bei den Extremitäten anregen, sind Affectionen des Grosshirns, sogenannte Herderkrankungen desselben, bei denen der Einfluss des Willens auf die Bewegung von Arm und Bein zum Theil oder ganz aufgehoben ist. Meist sind es sogenannte Apoplexien, die, wie bekannt, eine mehr oder weniger vollkommene Lähmung der Muskeln an denjenigen Gliedern nach sich ziehen, welche der der erkrankten Hirnhemisphäre entgegengesetzt gelagerten Körperseite angehören.

Namentlich in frischen Fällen solcher Hemiplegien bemerkt man zuweilen, dass Bewegungen der gesunden Glieder einen gewissen Nachhall finden in Bewegungen der gelähmten Seite.

Ballt sich die gesunde Hand zur Faust, so sieht man auch die Finger des kranken Armes sich krümmen, und wird das gesunde Bein im Knie kräftig gebeugt oder gestreckt, so reisst diese Bewegung auch die kranke Extremität zu einer ähnlichen Aktion mit fort. Und alle diese Bewegungen der kranken Körper-

Digitized by Google

hälfte vermag der Wille ebensowenig zu unterdrücken, als er sie ohne Vermittelung der gesunden Seite hervorzurufen im Stande ist.

Man kann alle Abstufungen der Intensität an dieser eigenthümlichen Synergie kranker Glieder bemerken. Bald fehlt sie ganz, bald ist sie nur andeutungsweise vorhanden, bald ist sie äusserst prägnant und ausgesprochen und bald über das Maass gesteigert.

In den letzten Fällen befinden sich die Muskeln der paretischen Glieder in einem Zustand sehr merkwürdiger Labilität. Sie nehmen dann nicht nur diejenigen Reize auf, welche der Wille den entsprechenden Muskeln der gesunden Seite entsendet, sondern von jeder Innervationswelle werden sie bewegt, die im Rückenmark verlaufend an ihr nervöses Gebiet streift.

Als Paradigmen dieser Zustände will ich einige von mir beobachtete Krankheitsfälle kurz erwähnen.

Eine 50jährige Frau wird unter zunehmender Schwäche beider linksseitigen Extremitäten allmählich vollkommen hemiplegisch, bessert sich dann nach und nach und kann ungefähr ein Jahr nach dem Beginn ihrer Krankheit sich am Stock wieder forthelfen. Der linke Arm aber bleibt gelähmt. Und im Gesicht lassen sich noch Spuren einer einst vollkommeneren Parese der linken Hälfte entdecken, die sich zugleich mit der Lähmung der linken Seite eingestellt hat. Wenn die Patientin im Schlaf zufällig irgend eine unwillkürliche Bewegung mit ihren gesunden Gliedern ausführt, so tritt auch der kranke Arm gleichzeitig so heftig mit in Aktion, dass die Patientin stets davon erwacht. Er hebt sich in der Schulter, beugt und streckt den Vorderarm, ballt und öffnet die Faust. Aehnliche Bewegungen geschehen am Tage, so oft die Kranke gähnt.

Bei einem rechtsseitig vollkommen gelähmten Manne sprang das Bein der kranken Seite jedesmal heftig in die Höhe, sobald derselbe hustet.

Noch viel auffallender waren ähnliche Erscheinungen an einem Patienten, der seit Mitte Mai 1877 eine allmählich zunehmende Schwäche der ganzen rechten Körperhälfte bemerkte und bereits im Juni desselben Jahres jeden Einfluss über die Glieder der kranken Seite verloren hatte. Als ich ihn im nächstfolgenden Monat sah, war sein Zustand wesentlich besser geworden, so dass der

Digitized by Google

Kranke wieder gehen und den allerdings noch sehr schwachen rechten Arm fast in normaler Weise bewegen konnte.

Bei diesem Patienten zeigte das rechte Bein, das ebenso wie der rechte Arm von der frühern Parese Residuen grober motorischer Schwäche zurückbehalten hatte, das eben beschriebene eigenthümliche Verhalten. Nur war hier eine excessive Steigerung vorhanden, wodurch ein Bild der sonderbarsten Art entstand.

Ich glaube den Gesammteindruck, den dasselbe bot, am besten zu treffen, wenn ich bemerke, dass das kranke Bein am Körper directionslos flatterte. Lag der Kranke im Bett, so hob und senkte sich dasselbe in der Hüfte, beugte und streckte sich im Knie, warf sich durch die Luft hierhin und dorthin. Währenddessen agirte der Fuss selbständig für sich. Bald zuckte er nach unten, bald dorsalwärts nach oben, bald hob er den äusseren und bald den inneren Fussrand, indem er abwechselnd den M. Tibialis und die Mm. Peronei in wirrer Reihenfolge spielen liess. Beim Gehen schleifte der Patient das kranke Bein nach und war nicht im Stande, dasselbe sicher auf den Boden zu setzen, weil das Heben und Senken, Drehen und Wälzen des Fusses jetzt nur noch zunahm. Uebrigens steigerte sich diese Beweglichkeit bei jeder activen Innervation, gleichgiltig, in welchem Gebiet dieselbe ablief. Nur wenn der Kranke absolut regungslos mit geschlossenen Augen dalag und jede Bewegung auf das Peinlichste mied, hörte auch jede Regung am kranken Bein auf und Alles blieb still. Sobald er aber plötzlich den Auftrag vollführte, eine Hand zu ballen, den Arm zu strecken u. s. w., so war auch das kranke Bein nicht mehr zu halten und folgte jeder Bewegung. Man konnte bemerken, dass eine aktive Beugung des Armes vorwiegend von einer Dorsalflexion und eine Streckung des Armes von einer Plantarflexion des kranken Fusses begleitet wurde, dass also die Bewegungen nach Einer Richtung geschahen. Und ein so empfindliches Reagenz war das paretische Bein für Innervationen jeglicher Art geworden, dass es schon zuckte, wenn Patient nur den Kopf nach rechts oder links hin wandte, wenn er hustete oder selbst nur die Augen öffnete oder schloss.

Keine Anstrengung des Willens war von Seiten des Patienten im Stande, die unwillkürlichen Bewegungen des kranken Beins zu unterdrücken. Und nicht anders kamen sie zur Ruhe, als wenn der Wille es vermied, überhaupt sich zu äussern.

Zur Vollständigkeit des Krankheitsbildes gehört noch die

Digitized by Google

Thatsache, dass an der kranken Extremität diejenigen Bewegungen, welche als unwillkürliche κατ' ἐξοχήν gelten, die Reflexe, sehr erheblich gesteigert waren. Das kranke Bein zuckte bei Stichen ungleich stärker, als das gesunde. Und das war selbst dann der Fall, wenn der Stich gar nicht das kranke, sondern das gesunde Bein getroffen hatte. Gekreuzte Reflexe.

Bevor ich aus diesen meinen Beobachtungen weitere Schlüsse ziehe, muss ich bemerken, dass die Bewegungen gelähmter Glieder bei Hemiplegischen schon vor mir von anderen Autoren gesehen und beschrieben worden sind.

Hitzig[1]) gibt auch an, dass diese zuweilen bis zu starren Contracturen sich steigernden Bewegungen während der Ruhe und im Schlaf der Kranken nachlassen und bei jeglicher Art der Innervation der gesunden Muskeln sich einstellen oder verstärken. Aus den Symptomen selbst folgert er, „dass in den abwärts gelegenen Theilen des Centralnervensystems eine Anzahl von Znsammenfassungen der peripheren Nerven existirt, welche bei gewissen Reizen die Möglichkeit zu gemeinschaftlichen Functionen der letzteren schafft." Und er erklärt sie als Mitbewegungen und „Folgeerscheinungen von während des Ablaufs des Krankheitsprozesses sich in einzelnen zu Mitbewegungen präformirten Abschnitten der Centralorgane entwickelnden Reizzuständen irgend einer Art, durch welche die Vertheilung der Impulse von dem Augenblick an, wo dieser Abschnitt betreten wird, der Regulirung Seitens des Willens entrückt wird." Mit anderen Worten: Er hält die „Mitbewegungen" für Folgen abnormer Reize, gegen die der Wille nicht ankämpfen kann, die aber an Stelle des Willens die sonst von diesem innervirten Bahnen erregen. Und weil er in einer Reihe von einseitigen Paresen des N. Facialis neben ähnlichen Mitbewegungen im Gebiet des kranken Stammes auch eine abnorme Reflexerregbarkeit desselben und leichte Uebertragbarkeit der Erregung von der gesunden Seite aus wahrnahm, so vermuthet er den Sitz der abnormen Reizung in dem Reflexorgan des kranken Nerven und hält den ganzen Zustand desselben für eine durch centrale Irritation bewirkte Steigerung seiner Erregbarkeit, wie sie analog in sensiblen Nerven Platz zu greifen pflegt, wenn dieselben acut afficirt sind.

---

[1]) Arch. f. Psych. u. Nervenkrkhtn. Bd. III. 1872. S. 312 und 601.

Digitized by Google

Genauere Beschreibung von Mitbewegungen in hemiplegischen Extremitäten geben ferner Westphal[1]) und Onimus[2]). Jener hat sie in zwei Fällen angeborener Hemiplegien, dieser bei einer erworbenen doppelseitigen Hemiplegie einer erwachsenen Person beobachtet.

Westphal erinnert an die von Joh. Müller bereits hervorgehobene „Tendenz vieler Muskeln zur Association ihrer Bewegungen vom Gehirn aus“ und erklärt die Thatsache, „dass im physiologischen Zustande solche Mitbewegungen an den Extremitäten nicht stattfinden, als ein Product der Uebung.“ Letztere aber stellt er sich so vor, dass „jede Hemisphäre, indem sie Bewegungen in den ihr entgegengesetzt liegenden Gliedern anregt, gleichzeitig solche Bewegungen auf der eigenen Seite hemmt.“

Der Bericht von Onimus enthält folgende nicht weiter erklärte Beobachtung: „Die Kranke, eine hemiplegische Person, kann links keine willkürlichen Bewegungen machen, ohne dass dieselben Bewegungen sich nicht in identischer Weise und unwillkürlich rechterseits wiederholen. Sie kann die linke Hand nicht schliessen, ohne dass sich nicht die rechte von selbst schliesst. Sie kann sie nicht strecken, noch einen einzigen Finger bewegen, ohne dass sich nicht die rechte Hand streckt oder derselbe Finger sich auf der rechten Seite bewegt. Am Bein existiren diese aufgezwungenen Bewegungen gleichfalls, sind aber weniger erheblich.“

Ich möchte den Zusammenhang der eben beschriebenen pathologischen Erscheinungen auf folgende Weise deuten. —

In allen diesen Fällen cerebraler Erkrankungen, in denen der Einfluss des Willens auf die motorischen Centren der einen Körperseite beschränkt oder aufgehoben ist, muss die Leitung derjenigen Nerven an einer Stelle des Gehirns gestört oder unterbrochen sein, welche an der motorischen Sphäre der Grosshirnrinde entspringen, durch die innern Kapseln der Grosshirnhemisphären in den Hirnschenkelfuss eintreten, sich dann in den Pyramiden zum grössten Theil kreuzen und endlich in der Mehrzahl längs der Seitenstränge des Rückenmarks, zum kleineren Theil in den Vordersträngen verlaufen[3]), in die Vorderhörner eintreten und endlich als Theile der Nervenplexus sich zu den Extremitäten abzweigen.

---

[1]) Arch. f. Psych. u. Nrvkrkhtn. Bd. IV. 1874. S. 747.
[2]) Citat von Westphal: Ebenda S. 758.
[3]) S. Flechsig. Arch. d. Hlkd. Hft 2, 5 und 6. 1877.

Digitized by Google

Da die eben geschilderte Unterbrechung der den Willen leitenden Bahnen die Reizübertragung motorischer Impulse im Rückenmark fördert, da ferner die Reizübertragung selbst anders, als auf der Bahn von Nerven sich unmöglich vollführen kann, so müssen wir aus den erwähnten Erscheinungen der Pathologie folgern, dass die normale Innervation der die Willensimpulse leitenden Nerven jene Reizübertragung hemmt und dass diese Uebertragung selbst ihre Nerven für sich hat.

So scheint sich für uns die Erkenntniss einer doppelten und gleichzeitig antagonistischen Innervation in den Muskeln zu ergeben. Und wir können vermuthen, dass der Wille auf besonderen Wegen zum Muskel gelangt, um dessen Kräfte und Leistungen zu beherrschen, und dass eine zweite Gruppe von Nerven, die dem Willen nicht gehorcht, wahrscheinlich automatische Reize zum Muskel sendet und die Willensimpulse ebenso dämpft, wie sie selbst von diesen beeinflusst wird.

Nun ist es bekannt, dass einander entgegengesetzte Strömungen sich gegenseitig Maass und Ziel setzten.

Ein instructives Beispiel dafür gibt uns der Hammer des Ohres der durch seine der Paukenmembran entgegensetzte Spannung diese Membran jederzeit für den scharfen Ansatz eines neuen Tones frei macht, indem er die Schwingungen der Membran in dem Zeitpunkt unterbricht, wo der sie erregende Impuls zu wirken aufhört. Man darf nun in den Muskeln eine ähnliche antagonistische Innervation annehmen und vermuthen, dass durch diese Innervation die Wellen der Willensimpulse präcis an der Grenze erdrückt werden, wo sie zum Fortschwingen nur noch Anregung fänden in der Trägheit der einmal bewegten Muskelmaterie.

So wäre das Bewusstsein, das mit Hilfe der Muskelsensibilität die Function der Muskulatur dirigirt, noch durch den Mechanismus einer antagonistischen Innervation in den Muskeln unterstützt.

Man kann darin eine Erklärung für die Accuratesse der Function finden, die die Muskulatur trotz ihrer Masse, als wirkte in ihr kein Trägheitsmoment, zu den subtilsten Aktionen befähigt, und nicht nur dann, wenn das Bewusstsein wacht, sondern auch dann, wenn dieses schlummert.

Wenn die Innervation der Muskeln als zweifach und die Wirkung dieser Innervation als eine antagonistische angenommen wird, so muss man auch erwarten dürfen, dass dieser Antagonismus eine

Digitized by Google

doppelte Störung erfahren kann. Dann muss zu der oben beschriebenen pathologischen Reizübertragung als Gegensatz jene Gleichgewichtsstörung noch gefordert werden, bei welcher die Function der automatisch erregten Nerven krankt und das Uebergewicht sich auf Seite der andern findet.

Mir scheint es, dass die Pathologie diese Forderung in denjenigen Fällen erfüllt, wo die Muskeln zwar mit voller Kraft fungiren, aber sich nicht mehr einschränken in den Grenzen präciser Functionen, wo sich die Bewegungen mit unnöthiger Hast überstürzen und in geraden Bewegungen wie mit falsch disponirter Kraft an ihrem Ziel vorbeischiessen, wo letzteren Weichheit und Rundung fehlt, die, wie alle Curven, die Resultanten sind mindestens zweier aufeinander wirkender Kräfte, — kurz, in den Fällen der Ataxie.

Wäre die Ataxie nur Folge eines Schwundes der Muskelsensibilität, so müsste jede in somnolenten Zuständen ausgeführte Bewegung mehr oder weniger ataktisch sein.

Denn man kann sich die Rolle der Muskelsensibilität doch nur so denken, dass sie das Bewusstsein von jedem Thätigkeitszustand der Muskulatur in Kenntniss setzt und ihm so ein Hilfsmittel gibt, die Grenzen der intendirten Innervationen auch wirklich einzuhalten.

In somnolenten Zuständen aber ist das Bewusstsein nicht in Thätigkeit und die Bewegung nicht ataktisch.

Ausserdem ist es bekannt und ich habe mich selbst davon überzeugt, dass eine Extremität Haut- und Muskelsensibilität vollkommen verloren haben kann, ohne die geringste Andeutung von Ataxie bei ihren Bewegungen zu zeigen.

Da die Ataxie ein Symptom der Tabes ist und auf einer Degeneration der Hinterstränge beruht, so fordert sie anatomisch als strenges Gegenbild nicht die erwähnten Leitungsunterbrechungen der den Willen leitenden Fasern im Gehirn, sondern Läsionen derselben Bahnen im Rückenmark. Hier verlaufen diese Bahnen in den hintern Theilen der Seitenstränge, in den sogenannten Pyramidenstrangbahnen. Es fragt sich daher, ob die Affection der Seitenstränge in der That ein Gegenbild der Tabes ist und Analogien liefert zu den hemiplegischen Paresen.

Rufen wir uns noch einmal die Erscheinungen ins Gedächtniss

Digitized by Google

zurück, die ich früher [1]) bei Gelegenheit der Untersuchung über thermische Reflexreize von der sogenannten Seitenstrangsklerose gegeben habe; so werden wir leicht erkennen, dass das in der That der Fall ist.

Bei der Tabes beherrscht der Wille die Muskeln, und die Bewegung überschreitet das Maass des Gewollten, wie wenn die Muskeln bei Allem, was sie thun, der regulirenden Schranke entbehrten und deshalb ihre ganze Kraft unnütz vergeudeten.

Bei der Seitenstrangsklerose und den hemiplegischen Paresen ist dagegen der Willenseinfluss auf die Muskeln aufgehoben oder beschränkt, und die Bewegung bleibt in mühsamer Anstrengung weit hinter den Forderungen des Willens zurück, wie wenn die Muskeln im Banne von Antagonisten des Willens ständen und daher den Impulsen desselben nicht mehr zu folgen vermöchten.

Dort hat die Muskulatur jene normale mittlere Spannung, die man einen Tonus genannt hat (Brondgeest), eingebüsst und hängt schlaff und welk an den ataktischen Gliedern.

Hier ist sie über die Norm gespannt und umklammert fest und voll Kraft die paretischen Extremitäten.

Daher hängen die Glieder bei einem Tabiker nur locker in den Gelenken und lassen sich leicht hierhin und dorthin bewegen. Die Gelenke des andern aber sind durch gespannte Muskeln fixirt und nicht selten von einer gewöhnlichen Kraft nicht zu beugen. Aehnliche, meist jedoch in geringeren Graden entwickelte, Spannungen finden sich auch in hemiplegischen Extremitäten.

Von der Spannung der Muskeln aber hängt ihre Fähigkeit ab, auf direkt wirkende mechanische und auf reflectorische Reize zu reagiren. Wie auch die Vibration einer Seite durch ihre Spannung bedingt ist.

Klopft man daher auf die Patellarsehne eines Tabeskranken, oder zerrt man dessen Achillessehne durch Dorsalflexion des Fusses; so bleibt bei ihm Alles stumm und still [2]), während dieselben Versuche bei der Seitenstrangaffection, wie ich früher schon erwähnt habe, die allerheftigsten Reactionen von Seiten der Muskeln hervorbringt. Ebenso sind dort die Reflexe vermindert oder ganz

---

[1]) S. 27.

[2]) Westphal: Arch. f. Psych. u. Nrvkrkh. Bd. V. S. 835. und Berl. klin. Wochenschrift. 1878. No. 1.

Digitized by Google

erloschen und hier normal oder weit über die Norm gesteigert und dann bilateral. Und wie die Erkrankung der Seitenstränge, so steigert auch cerebrale Hemiplegie mit der Spannung in den Muskeln auch deren natürliche Folgen. Man kann daher häufig mit dem Eintritt der Hemiplegie eine Steigerung der Sehnenphänomene, wie das schon Westphal [1], und der Reflexerregbarkeit, wie das auch Hitzig [2]) bemerkt hat, in den kranken Extremitäten constatiren.

So ist es nicht selten auch möglich, bei hemiplegischen Personen durch sensible Erregungen der gesunden Glieder die gelähmten Extremitäten zu Reflexbewegungen zu veranlassen.

Wenn nun einerseits jede Unterbrechung in der Leitung der Nerven, auf welchen die Willensimpulse verlaufen, gleichgiltig, ob sie im Gehirn oder im Rückenmark geschieht, die willkürlichen Bewegungen hemmt, aber die Reflexe nicht stört und den Tonus der Muskeln erhöht, und wenn anderseits die Degeneration der Hinterstränge den Effect der Willensimpulse steigert, die Reflexe hemmt und den Tonus der Muskeln vernichtet; so kann man an der Existenz einer antagonistischen Innervation in den Muskeln kaum noch zweifeln und darf die Ansicht aussprechen, dass in den Muskeln die Erregungen zweier Bahnen gegen einander strömen, von denen die einen im Rückenmark in den Seitensträngen liegen und Willenserregungen leiten, die anderen in den Hintersträngen verlaufen, von automatischen Reizen erregt werden, den Tonus der Muskeln unterhalten und die Bahnen für die Reflexe sind.

Die mächtigen Spannungen der Muskeln und alle mit diesen in Verbindung stehenden Phänomene der Seitenstrangsklerose lassen nach oder verschwinden ganz im Schlaf, sowie in der Chloroformnarkose, um im Moment des Erwachens sich mit voller Kraft wieder einzustellen.

Auch daraus kann nichts Anderes gefolgert werden, als dass die erwähnten Spannungen in den Muskeln mit allen ihnen anhaftenden Eigenthümlichkeiten, den Sehnenphänomenen, den Reflexen und der Reizübertragung durch Innervationen von Nerven entstehen, die nicht vom Willen beherrscht werden und doch im Gehirn ihren Ursprung haben.

[1]) Arch. f. Psych. u. Nrvkrkh. Bd. V. 811.
[2]) Ebenda. Bd. III. S. 316. Anmerkung.

Digitized by Google

Erscheinungen von Ataxie hat Vogel [1]) bei einem Kätzchen gefunden, das, wie die Section erwies, an einer cystösen Degeneration des Kleinhirns litt.

Möglicherweise nehmen daher die tonisirenden Fasern, die in den Hintersträngen des Rückenmarks verlaufen, in dem Kleinhirn ihren Ursprung.

B. Bilaterale Synergie der Schweissdrüsen.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zum Vorgang der Schweisssecretion wieder zurück, so werden wir auf Grund der eben erörterten pathologischen Erfahrungen die Vermuthung aussprechen können, dass die grosse „Erregbarkeit" der Schweisssecretionsganglien, auf die wir deren bilaterale Function zurückgeführt haben, nur scheinbar besteht und wahrscheinlich dadurch veranlasst wird, dass der Ganglienreiz in den peripheren Bahnen der Schweisssecretion in Folge des bei ihnen vorhandenen Mangels einer vom Willen ausgehenden antagonistischen Innervation geringern Widerstand findet, als in den Nerven der Muskulatur und deshalb so gesetzmässig sich von einer Seite zur anderen überträgt.

Dasselbe würden wir dann auch für die übrigen bilateral angelegten Organe des vegetativen Lebens annehmen dürfen, die, wie die Schweissdrüsen, von Vorgängen in der Seele zur Thätigkeit angeregt werden, und wie sie stets bilateral symmetrisch fungiren.

Schluss.

Wenn auch gewisse pathologische Phänomene der Schweisssecretion hier und dort zur Annahme von Schweissdrüsennerven längst gedrängt haben, so konnte sich doch diese Annahme nirgends ein anderes Recht erwerben, als das eines nur geduldeten Ersatzes für eine Deutung, der die schwer verständlichen Erscheinungen nicht zugänglich zu sein schienen.

---

[1]) Deutsches Archiv f. klin. Med. Bd. XVII. S. 331.

Digitized by Google

Die Schweisssecretion wird vielmehr allgemein [1]) für ein physikalischer Vorgang der Filtration erklärt, an dem sich die Drüsen höchstens insofern activ betheiligen, als sie das im Secret erscheinende Fett in ihrem Epithel selbst bereiten sollen.

Man erklärt den Blutdruck als allgemeine Quelle des Schweisses und meint, dass warmes Getränk, Bewegung u. s. w. die Ausscheidung dieses Secrets nur deshalb befördern, weil sie Wallungen zur Körperperipherie bewirken und den Druck in den Blutcapillaren der Haut vermehren.

Nachdem es sich nun aber gezeigt hat, dass die Schweisssecretion als Reizeffect einer reinen Nervenerregung sich darstellt und dass dabei der Blutkreislauf ganz und gar unbetheiligt ist, so muss die gebräuchliche Auffassung über das Wesen der Schweissdrüsenfunction als irrthümlich bezeichnet und die rein nervöse Natur derselben als sichergestellt anerkannt werden.

Aber dieser Nervenprocess tritt mit einigen ihm verwandten Vorgängen aus der Reihe der bekannten animalen und vegetativen Functionen heraus und offenbart einen eigenen Charakter.

Auf Bahnen verläuft er zum Theil, auf welchen die Ganglien sonst nur vom Blut übertragene physische Reize an die Organe des vegetativen Lebens entsenden und so den sich selbst regelnden Mechanismus der Körpermaschine regieren. Er begibt sich so gleichsam in die Hand des technischen Leiters des Körpers, der nichts mit der Seele zu thun hat.

Und doch gehört er nicht ganz dem physischen Reich an, wie die anderen Processe, die der eben bezeichnete Leiter beherrscht. Nicht wie die rein vegetativen Processe ist er an die Existenz materieller Reize gebannt, sondern er findet seinen Ursprung vielmehr auch im Reich der Psyche und webt sich aus Bewegung, Empfindung und Vorstellung, also aus den Fundamentalfunctionen der Seele, sein materielles Dasein.

---

[1]) Vrgl. die Lehrbücher der Physiologie.

Nachtrag

Digitized by Google

Nachtrag.

Nach Abschluss des Druckes dieser Arbeit sind noch zwei Mittheilungen über die Innervation der Schweissdrüsen erschienen, aus denen hervorgeht, dass zu den Nerven des Plexus Brachialis beim Kätzchen ebenfalls sympathische Schweisssecretionsfasern treten. Nawrocki[1]) sowohl als Luchsinger[2]) geben an, dass diese Fasern aus dem Ganglion stellatum hervorgehen. Nach Angabe des erstgenannten Autors sollen sie am 4. Brustwirbel das Rückenmark verlassen.

[1]) Centralblatt f. d. med. Wissenschaften. 1878. S. 18.
[2]) Ebenda. S. 36.

Gedruckt bei L. Schumacher in Berlin.

Digitized by Google

Digitized by Google